
Die physikalischen institute der Universität Göttingen
Göttinger Vereinigung zur Förderung der angewandten Physik und Mathematik, Eduard Riecke, Woldemar Voigt, ...



DIE PHYSIKALISCHEN INSTITUTE DER UNIVERSITÄT GÖTTINGEN

FESTSCHRIFT

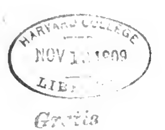
IM ANSCHLUSSE AN DIE EINWEIHUNG DER NEUBAUTEN
AM 9. DEZEMBER 1905



HERAUSGEGEBEN VON DER GÖTTINGER VEREINIGUNG
ZUR FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN PHYSIK UND MATHEMATIK



LEIPZIG UND BERLIN
DRUCK UND VERLAG VON B. G. TEUBNER
1906


HARVARD COLLEGE
NOV 1 1909
LIB

Inhalt.

I.

Bericht über die Feier der Einweihung der physikalischen Neubauten

am 9. Dezember 1905

von

EDUARD RIECKE.

Die unmittelbare Veranlassung zu diesem von der Göttinger Vereinigung zur Förderung der angewandten Physik und Mathematik veröffentlichten Buche bot die Feier der Einweihung der physikalischen Neubauten am 9. Dezember 1905. Es lag in der Natur der Sache, daß der Blick dabei auf die Entwicklung gelenkt wurde, welche die Physik an unserer Universität in den letzten Jahrzehnten genommen hat; es lag der Gedanke nahe, das, was bei der Feier gesprochen wurde, zu bleibender Erinnerung zu sammeln und durch eingehendere Schilderungen von seiten der beteiligten Institutsdirektoren zu ergänzen, um so ein möglichst vollständiges Bild jener eigenartigen Entwicklung zu geben, der man eine über den Rahmen unserer Universität hinausgehende Bedeutung nicht absprechen wird. Der Zusammenhang, in dem danach der vorliegende Band mit unserer Einweihungsfeier steht, wird es rechtfertigen, wenn ich an Stelle einer Einleitung einen Bericht über jene Feier dem Inhalte voranschicke.

Zunächst möge hervorgehoben werden, daß die Mitglieder der Göttinger Vereinigung selbst in großer Zahl an der Feier teilgenommen haben. Von seiten der Industriellen waren die folgenden Herren erschienen:

Verlagsbuchhändler A. ACKERMANN-TEUBNER, Leipzig.
Geheimer Regierungsrat Dr. BÖTTINGER, M. d. A., Elberfeld.

Präsident Dr. Bödiker, Berlin.
Direktor Ehrensberger, Essen.
Professor Dr. Lepsius, Griesheim.
Fabrikant H. Levin, Göttingen.
Generaldirektor Dr. v. Öchelhäuser, Dessau.
Baurat Dr. Peters, Berlin.
Professor Dr. Schilling, Bremen.
Fabrikant Th. Simon, Kirn.
Kommerzienrat Wacker, Nürnberg.

Die Göttinger Mitglieder der Vereinigung waren in voller Zahl bei der Feier erschienen.

Wir hatten auch eine größere Zahl von Fachgenossen gebeten, an unserer Feier teilzunehmen; vor allem die früheren Dozenten der Physik unserer Universität, dann die Vertreter der Physik an den benachbarten Hochschulen und die Direktoren von Instituten, die uns selber vor längerer oder kürzerer Zeit zu ähnlichen Feiern geladen hatten. Die folgenden Kollegen waren unserer Einladung gefolgt:

Abegg, Breslau.
Des Coudres, Leipzig.
Dieterici, Hannover.
Dorn, Halle.
Drude, Berlin.
Elster, Wolfenbüttel.
Fromme, Gießen.
Geitel, Wolfenbüttel.
Heydweiller, Münster.
Himstedt, Freiburg.
Kaufmann, Bonn.
König, Gießen.
W. Kohlrausch, Hannover.
E. Meyer, Berlin.
Neesen, Berlin.
Nernst, Berlin.
Reich, Jena.
W. Schmidt, Gießen.
Wachsmuth, Berlin.
Warburg, Charlottenburg.
H. Weber, Braunschweig.
Wien, Würzburg.
Wiener, Leipzig.
Zeeman, Amsterdam.

Von seiten der Königlichen Staatsregierung hatten anfänglich Minister von Rheinbaben, Ministerialdirektor Althoff, Geheimer Oberregierungsrat Naumann zugesagt, zu kommen; leider wurden sie noch in letzter Stunde daran verhindert.

Die Universität war vertreten durch den Prorektor Professor D. Althaus und die Dekane der vier Fakultäten, die Professoren Schürer, J. Merkel, von Hippel,

M. LEHMANN. Außerdem nahmen zahlreiche Angehörige der philosophischen Fakultät an der Feier teil.

Die Königliche Gesellschaft der Wissenschaften war durch ihre beiden Sekretäre EHLERS und LEO vertreten.

Von seiten der Stadt Göttingen war der Oberbürgermeister CALSOW unserer Einladung gefolgt.

Aus der Zahl der übrigen Gäste mögen noch die folgenden Namen hervorgehoben werden: Geheimer Baurat HELLWIG aus Hildesheim, Kreisbauinspektor GRONEWALD aus Göttingen, Regierungsbauführer LEISTE aus Göttingen, (Regierungsbaumeister KROPP war leider verhindert zu kommen); ferner: Professor E. HARTMANN aus Frankfurt a. M., Dr. RASEHORN von Siemens-Wernerwerk, Verlagsbuchhändler HIRZEL aus Leipzig, Landrat MANNKOPF aus Göttingen, Stadtbaumeister JENNER aus Göttingen.

Der festliche Akt der Einweihung vollzog sich in dem großen Hörsaale des neuen Institutes; der Beginn war auf 9½ Uhr festgesetzt. Die Zahl der Anwesenden betrug etwa 180. Außer den oben Genannten nahmen noch die Frauen des Prorektors und des Kurators, die Frauen der Professoren der Physik, Mathematik und Astronomie an der Feier teil. Die Studentenschaft war durch etwa 50 Studierende der Physik und Mathematik vertreten.

Der Festakt wurde von dem Universitätskurator, Geheimen Oberregierungsrat Dr. HÖPFNER, als dem Vertreter der Regierung, eröffnet; er überwies die neuen Institute mit der im folgenden wiedergegebenen Ansprache den Händen ihrer Direktoren.

Hochzuverehrende Anwesende!

Der Umstand, daß dem Weiheakt, den zu feiern wir hier versammelt sind, eine Amtshandlung voranzugehen hat, führt mich zuerst an diese Stelle und vergönnt mir die Ehre, Sie herzlich willkommen zu heißen.

Bei diesem an die hochansehnliche Versammlung gerichteten Dankesgruß bewegt mich freilich schmerzlich, daß die hohen Chefs der Unterrichts- und der Finanzverwaltung nach der augenblicklichen Lage ihrer Geschäfte schließlich haben darauf verzichten müssen, sich mit uns heute des Werkes zu freuen, das dank ihrem Zusammenwirken nun vollendet ist. Wie gern hätten wir den Herren

heute unsere Ehrerbietung und unsere Dankbarkeit bezeugt. Und so fehlen uns, wie sie selbst, auch diejenigen ihrer Räte, deren persönlichste Sorge die Neuschöpfung, der diese Feier gilt, gewesen ist, deren nie rastendem Bemühen die hiesige Universität, wie ihre Schwesteranstalten, so viel zu danken hat, und die uns in ausdrücklichen Worten aufs liebenswürdigste kundgegeben haben, wie gern sie diesen Tag mit uns begehen würden, — ich vermag die Herren Exzellenz Dr. ALTHOFF und Geheimrat Dr. NAUMANN in diesem Zusammenhange nicht ungenannt zu lassen.

Um so freudiger begrüße ich nun die hier erschienenen Herren von der „Göttinger Vereinigung von Industriellen zur Förderung der angewandten Physik und Mathematik". Was diese Vereinigung anstrebt und was sie bereits geleistet, wird am heutigen Tage von berufenerer Seite gesagt werden. Mir genügt jetzt ein Wort der Freude darüber, daß ich diese Herren als einen gefestigten Verband unter der Führung ihres ebenso energischen wie umsichtigen Vorsitzenden, des Herrn Geheimen Regierungsrates Dr. BÖTTINGER, hier auftreten sehe im Rahmen einer bedeutungsvollen akademischen Feier — Männer der Praxis aus Nord und Süd, aus Ost und West des deutschen Vaterlandes, nach ihrer Art zum frohen Feste erst erscheinend nach Jahren saurer Arbeit, mit der sie der Wissenschaft still sorgend die ersprießlichsten Dienste geleistet.

Mit gleich verehrungsvollem Danke für Ihr Erscheinen begrüße ich dann Sie alle, meine Herren, die Sie von fern her heute wieder das Gehege der Georgia Augusta aufgesucht haben, in dem Sie einst als Lehrer der Physik gewirkt haben; Sie, meine Herren, die Sie, auch ohne solche Beziehungen zu Göttingen, als Vertreter der deutschen Physik hierher gekommen sind, um den Göttinger Physikern Ihre Teilnahme zu bezeugen, wie auch den getreuen Hüter unserer Universitätsbauten und die Herren von der Feinmechanik, die dem Naturforscher das Werkzeug zu seiner Forschung schafft. Ebenso heiße ich hocherfreut über Ihr Erscheinen Eure Magnifizenz und die zahlreich versammelten Herren von der Korporation, die Herren Sekretäre der Königlichen Gesellschaft der Wissenschaften, die Spitzen unserer Stadt und des Kreises und — last not least — die hier anwesenden hochverehrten Damen willkommen.

Die amtliche Obliegenheit aber, die ich zu erfüllen habe, besteht darin, daß ich im Auftrage der Staatsregierung den Herren Direktoren des physikalischen Institutes die für dieses Institut errichteten Neubauten, nachdem deren planmäßige Ausführung in besonderer Verhandlung dargelegt und von ihnen

anerkannt worden ist, nunmehr zu ausschließlich eigener Verwaltung und Pflege übergebe und zugleich verkündige, daß der Herr Unterrichtsminister auf die ihm unterbreiteten Vorschläge der seitherigen Direktoren des physikalischen Institutes eine weitere Durchbildung dieses Institutes beschlossen hat, welche darin besteht, daß von nun ab neben die seitherigen Abteilungen für Experimentalphysik (Direktor Geheimer Regierungsrat Professor Dr. Riecke) und für mathematische Physik (Geheimer Regierungsrat Professor Dr. Voigt) eine dritte Abteilung, für angewandte Elektrizitätslehre, tritt, zu deren Direktor Professor Dr. H. Th. Simon ernannt worden ist. Und damit ist, was Sie fachmännisch mitgeschaffen, nunmehr Ihnen, hochverehrte Herren Direktoren, übergeben.

Es bedarf in diesem der hehren Wissenschaft geweihten Bezirke keiner Symbolik von Hand zu Hand gehender Schlüssel, keiner läutenden Glocken oder donnernden Böller, um Sie, meine Herren Direktoren, es tief empfinden zu lassen, wie Ihnen Erfüllung, des reichsten Vaters schönste Tochter, genaht ist. Einem langen Sehnen und Streben ist nun Erfüllung geworden. Nur unwillkürlich gleitet ein flüchtiger Blick zurück auf die Bahn des langen und heißen Bemühens, auf die Prüfungen des Mutes, in denen der Zweifel manchmal Ihres Herzens Nachbar werden gewollt, auf die letzten für die Vervollkommnung der Neuschöpfung durch ein stattliches Elektrotechnikum ausgefochtenen und wohl nur dank dem Beistande unseres verehrten Gönners Dr. Böttinger siegreich zu Ende geführten Kämpfe. Aber diese Erinnerungen an Sorgen und Mühe, wie verschwinden sie nun unter der strahlenden Gewißheit, daß festem Beharren auch hier der Erfolg gesichert war — tandem bona causa triumphat — und daß der preußische Staat, welchen Beklemmungen auch immer seine schwierige Weltstellung ihn aussetzt, doch in allen Zeitlagen seines eigensten Wesens gedenk ist und immer den Polen zusteuert, an denen Licht, Erkenntnis, Wissenschaft, Fortschritt und Freiheit liegen. Der Moment der Erfüllung richtet indessen auch vorwärts den Blick: wozu verpflichtet der ersehnte und errungene Besitz? eine Frage, meine Herren Direktoren, die ich Ihnen nicht zu beantworten brauche, weil die Antwort für Sie selbstverständlich ist. Der Dienst an Ihrer Wissenschaft ist Ihnen stets etwas Heiliges gewesen und in diesem Sinne haben Sie im alten Institut langjährige Forscherarbeit getan; kein Nebeninteresse irgend einer Art hätte je den wahrhaft priesterlichen, allein der Wahrheit zugewandten Geist Ihrer Arbeit herabsetzen können. Hierbei, hochverehrte Herren, wollen Sie es verbleiben lassen! Für Sie mögen über der neuen Stätte Ihres Wirkens

die Worte flammen: introite, et hic Dii sunt. Walten Sie in diesem Geiste, so gehört Ihnen auch hier die Zukunft, so ersprießen Ihnen auch im neuen Hause des alten Hauses Ehren. Das walte Gott!

Ich habe mich nur noch des mir hocherfreulichen und ehrenvollen Auftrages zu entledigen, bekannt zu geben, wie an hoher, höchster und allerhöchster Stelle die Feier, die wir in dieser Stunde begehen, gewürdigt worden ist.

Ich beehre mich in dieser Hinsicht zunächst einen Erlaß vorzulesen, den Se. Exzellenz der Herr Minister der geistlichen Angelegenheiten Dr. Studt unter dem 7. Dezember 1905 (Nr. I 18639) an mich gerichtet hat:

„Es ist mir Bedürfnis, der Göttinger Vereinigung zur Förderung der angewandten Physik und angewandten Mathematik, welche zu dem hocherfreulichen Stande des mathematischen und physikalischen Unterrichtes an der dortigen Universität so wesentlich beigetragen hat, bei der Eröffnung des physikalischen Institutes den Dank und die Anerkennung der Staatsregierung auszudrücken. Zu diesem Zwecke habe ich beschlossen, eine Marmorbüste des hochverdienten Begründers der Vereinigung, Geheimen Regierungsrates Dr. Böttinger, ausführen zu lassen und dem Institut zu überweisen, damit sie dort an hervorragender Stelle dauernd Zeugnis von dem erfolgreichen Wirken der Vereinigung ablege.

Ich ersuche Sie, diese meine Entschließung bei der Eröffnung des Institutes bekannt zu geben."

Se. Majestät der Kaiser und König aber haben Allergnädigst geruht, aus Anlaß der Einweihung der Neubauten für das physikalische Institut der hiesigen Universität folgende Auszeichnungen zu verleihen:

die Große Goldne Medaille für Wissenschaft
dem ordentlichen Professor an der technischen Hochschule in München Dr. von Linde;

den Roten Adlerorden dritter Klasse
dem Direktor der Maschinenbau-Aktiengesellschaft in Nürnberg Baurat Rieppel;

den Königlichen Kronenorden zweiter Klasse
dem Direktor des physikalischen Instituts hierselbst Geheimen Regierungsrat Professor Dr. Riecke;

den Königlichen Kronenorden vierter Klasse
dem außerordentlichen Professor Dr. SIMON;
das Allgemeine Ehrenzeichen
dem Hausverwalter des physikalischen Institutes SPÖRHASE.

Und endlich haben Se. Königliche Hoheit der Regent des Herzogtums Braunschweig Prinz Albrecht von Preußen auch am heutigen Tage der Georgia Augusta, die ihren erhabenen Rector magnificentissimus in ihm verehrt, Ihre Gnade bezeugt und

das Kommandeurkreuz zweiter Klasse des herzoglich Braunschweigischen Ordens Heinrichs des Löwen
dem Direktor des physikalischen Institutes hierselbst Geheimen Regierungsrat Professor Dr. VOIGT

Allerhöchst verliehen, dessen Verdienste um diese Hochschule durch einen preußischen hohen Orden erst im Laufe dieses Jahres anerkannt worden sind.

Mögen diese Gnadenerweisungen an das gemahnen, was die Wissenschaft wie der Welt auch dem Vaterlande schuldet, für das sie Liebe entzündet und fördert, wenn sie sein Ansehen erhöht — was der Georgia Augusta allezeit gelingen möge!

Auf die Ansprache des Universitätskurators folgten die Reden der drei Institutsdirektoren RIECKE, VOIGT und SIMON, welche auf den diesem Berichte zunächst folgenden Seiten des Buches abgedruckt sind. Sodann ergriff der Prorektor, Professor D. ALTHAUS, das Wort, um zunächst den folgenden telegraphischen Glückwunsch des Rector magnificentissimus unserer Universität, des Prinzen Albrecht von Preußen, Regenten des Herzogtums Braunschweig, zu verlesen:

Telegramm des Prinzen Albrecht.

Eurer Magnificenz spreche ich meinen Glückwunsch zur Vollendung und Einweihung des Physikalischen Instituts der Georgia Augusta aus. Mit Freuden begrüße ich diese Erweiterung der Anstalten der Universität und hoffe aufrichtig, daß sie zum Wohle der Wissenschaft wie der Menschheit beitragen möge.

ALBRECHT.

Sodann brachte der Prorektor die Glückwünsche der Universität in der folgenden Ansprache dar:

Hochverehrte Versammlung!

Es gereicht mir zur Freude und hohen Ehre, Sie an diesem festlichen Tage begrüßen zu dürfen und Ihnen die Glückwünsche der Universität zu überbringen. Es bedarf nicht der ausdrücklichen Versicherung, daß die ganze Universität an der Weihe dieses Instituts auf das innigste beteiligt ist. Wir wissen, daß, indem wir Sie beglückwünschen, wir zugleich uns selbst beglückwünschen. Wenn der Ruhm der Georgia Augusta weithin erstrahlt, über die Grenzen unseres deutschen Vaterlandes hinaus, wenn ihr Name über Meere und Länder einen gefeierten Klang hat, so ist uns wohl bewußt, welch ein hervorragender Anteil daran gerade den naturwissenschaftlichen Fächern gebührt. So haben wir alle Ursache, uns mit Ihnen dieser neuen Errungenschaft zu freuen, und dürfen das Recht zur Mitfeier an Ihrem heutigen Ehrentage für uns alle in Anspruch nehmen.

Zugleich aber teilen wir mit Ihnen das Gefühl der Dankbarkeit gegen die hohe Unterrichtsverwaltung, welche Ihnen diese schönen Räume zur Verfügung gestellt hat, und es ist mir ein besonderes Bedürfnis, dem an dieser Stelle im Namen der Universität einen Ausdruck zu verleihen. Es liegt in den Verhältnissen unserer Hochschulen begründet, daß wir weit häufiger genötigt sind, mit Bitten vor der Behörde zu erscheinen, als uns Gelegenheit gegeben ist, ihr unsern Dank zu übermitteln. Es würde wahrlich kein erfreuliches Zeichen für unsere Universität sein, sondern vielmehr ein bedenkliches Symptom unheilvoller Stagnation in unserem geistigen Leben, von Mangel an lebendig fortschreitender Entwicklung unsrer wissenschaftlichen Arbeit, wenn unsererseits keine Wünsche und Bitten mehr laut würden. Um so freudiger aber heißen wir jeglichen Anlaß willkommen, bei welchem es uns vergönnt ist, der Unterrichtsverwaltung für die Gewährung unserer Anliegen unsern ehrerbietigen Dank auszusprechen. Daß die Georgia Augusta in den letzten Jahrzehnten sich in so bedeutendem Maße ausgebreitet hat, daß ein neues Institut nach dem anderen erbaut worden, daß eine Reihe neuer Lehrstühle errichtet ist, das verdanken wir in erster Linie dem Wohlwollen und der Munificenz der Königlichen Staatsregierung, ihrem Verständnisse für den Ausbau des Organismus der Wissenschaft, ihrer Einsicht in die immer wachsenden Bedürfnisse der Einzeldisziplinen. Wir

richten zugleich unsern tiefgefühlten Dank an den hochverehrten Herrn Universitätskurator als den liebevollen Interpreten und allezeit unermüdlichen Vermittler unserer Wünsche an zuständiger Stelle.

Ich habe die Ehre, die Herren von der „Göttinger Vereinigung“ herzlichst zu begrüßen. Wenn eine Familie ihre Ehrentage feiert, so tut sie die Türen ihres Hauses weit auf und ruft teure Freunde, werte Gönner, deren lebendiger Teilnahme an dem Wachstum und Gedeihen des Hauses sie sich vergewissert halten darf, in ihre Mitte hinein. Durch ihre Anwesenheit steigert sich erst vollends das Maß der festlichen Freude. In diesem Sinne wollen Sie, hochverehrte Herren, mir gestatten, den Titel von Gönnern und Freunden unserer Universität auf Sie in Anwendung bringen zu dürfen. Mit idealer Hingabe an die Zwecke der wissenschaftlichen Forschung und in selbstloser Opferwilligkeit haben Sie unsere Sache auf das wirksamste gefördert. Durch Rat und Tat, durch weiten Blick und offene Hand haben Sie nicht das wenigste dazu beigetragen, daß es uns ermöglicht ist, diesen Festtag zu begehen. Seien Sie versichert, daß Ihre Namen im Kreise unserer Universität allezeit wert und hoch gehalten werden, und unsere Verbundenheit gegen sie eine bleibende sein wird.

Ich begrüße Sie, meine verehrten Herren Kollegen, die Sie berufen sind, diese Räume fortan mit Ihrer Arbeit zu durchwalten. Wie eine Mutter sich freut, wenn es ihrer Tochter gelungen ist, ein eigenes, ihren Wünschen entsprechendes Heim zu beziehen, so freut sich heute mit Ihnen die Alma Mater daß es Ihnen nunmehr vergönnt ward, Ihre Wirksamkeit in einem Institute fortzusetzen, welches der Entwicklung und dem Umfange Ihrer Wissenschaft angemessen ist. Sowohl in Ihrer Lehrtätigkeit wie in Ihrer Forscherarbeit sind Sie auf ein solches Institut angewiesen. Was wäre ein Dozent der Physik ohne sein Institut? Aber ich darf den Satz auch umkehren und sagen: Was wären unsere Institute, auch die bestorganisierten und trefflichst ausgestatteten, was wären diese Apparate und Instrumente, auch die aufs feinste präzisierten, ohne die Persönlichkeiten, welche sie handhaben und beherrschen? Selbst ein Laiengemüt, wenn es diese Räume überschaut, spürt überall etwas von dem gestaltenden Geiste und der denkenden Kraft, welche diesen gesamten Organismus hervorgebracht hat und in lebendige Bewegung zu setzen versteht. Es überkommt uns eine Ahnung von dem Ernste wissenschaftlicher Forschungsarbeit, aber wir empfinden auch etwas von der hohen Freude, welche solche Arbeit Ihnen gewähren muß, wenn es Ihnen gelingt, immer tiefere Blicke zu tun in den

wunderbaren Weltenbau, seine geheimnisvollen Gründe zu erschließen, seine Gesetze zu erkennen, der in ihm wirkenden Kräfte immer mehr Herr zu werden und sie der Menschheit dienstbar zu machen. Seien Sie überzeugt, hochverehrte Herren Kollegen, daß wir Ihre fernere Tätigkeit mit dem größten Interesse begleiten werden. Wir wünschen Ihnen das Höchste und Beste, was man wissenschaftlich arbeitenden Männern wünschen kann: den Lohn der Selbstbefriedigung in der reinen Hingabe an den Dienst der Wissenschaft. Möge es Ihnen beschieden sein, als treue Erben der großen Göttinger Tradition noch lange in diesen schönen Räumen Ihrer Forscheraufgabe zu leben, von zahlreicher Jüngerschar umgeben: diesen Ihren Schülern zur Förderung, der Wissenschaft zur Bereicherung, Ihnen selbst zur Freude und Genugtuung, unserer teuren Georgia Augusta zur Zierde und zum unvergänglichen Ruhm!

Die Verlesung der nach altem Brauche in lateinischer Sprache abgefassten Diplome der von der philosophischen Fakultät aus Anlaß der Feier ernannten Ehrendoktoren wurde von dem Dekan, Geheimrat Professor Dr. Max Lehmann, mit den folgenden Worten eingeleitet:

Die philosophische Fakultät, in deren Namen ich zu reden die Ehre habe, bringt Ihnen, meine Herren Kollegen, die Sie fortan in diesem prächtigen Hause wirken dürfen, ihre Glückwünsche dar. Sie stimmt ein in Ihre Freude, sie stimmt ein in Ihren Dank; denn so ein Glied wird herrlich gehalten, so freuen sich alle Glieder mit. Echte Freude kann nicht allein bleiben, sie ist nicht denkbar ohne Mitteilung und Spende, und darum will die philosophische Fakultät den Gästen, die hierher geladen sind, geben was sie zu geben vermag.

Auch sie baut an einem Hause, unaufhörlich: es wird nie fertig, dieses Haus, und doch ist es so wohnlich, daß in ihm zu weilen der immer neue sehnliche Wunsch von Generationen ist. In der Regel, an Alltagen, gewährt die Fakultät einen Platz in ihrem Hause nur denen, die sich darum bewerben; wenn sie aber Feste feiert, so teilt sie aus nach freier Wahl, immer jedoch nur an die Würdigsten der Würdigen. Sechs solcher Plätze soll ich heute vergeben.

Indem die Fakultät sie auswählte, ist sie sich bewußt gewesen der eigentümlichen Doppelnatur der Wissenschaft im allgemeinen. Sie ist gebunden an Ort und Zeit, insofern ihre Priester Menschen sind, bedürftig des Schutzes, den

nur der Staat verleihen kann, angewiesen auf das tägliche Brot, wie es wieder nur der Staat geben kann. In den Vertretern der Staatsgewalt ehren wir unsre Patrone. Darum hat die philosophische Fakultät beschlossen, zu ihrem Ehrendoktor zu ernennen den Wirklichen Geheimen Oberregierungsrat OTTO NAUMANN in Berlin.

Die Wissenschaft muß es ablehnen, sich ihre Aufgaben begrenzen zu lassen durch die Bedürfnisse des Lebens, aber unaufhörlich wirkt das Leben auf sie ein, wie sie selbst auf das Leben wirkt. Sonderlich findet diese Wechselwirkung statt bei den naturwissenschaftlichen Disziplinen, so sehr, daß unsere Georgia Augusta Lehrer und Institute besitzt für sogenannte angewandte Wissenschaften. So ist der zweite Ehrendoktor, den ich zu promovieren habe, der Königlich bayerische Baurat und Generaldirektor der Nürnberger Maschinenfabrik ANTON RIEPPEL.

Aber in ihrem innersten Wesen ist die Wissenschaft nicht an Ort und Zeit gebunden; sie kennt keinen Unterschied zwischen den Nationen, keine Grenze zwischen Reich und Reich; auch von ihr heißt es: *cuius regni non erit finis.* Vier Ausländer sind es, denen wir heute huldigen, indem wir sie ehren: ein Holländer, zwei Engländer, ein Franzose. Ein Holländer, Sohn des Landes, in dem die Denkfreiheit geboren wurde: PIETER ZEEMAN, Professor in Amsterdam. Zwei Engländer, Söhne des Landes, in dem die naturwissenschaftliche Methode formuliert wurde: OLIVER HEAVISIDE in Newton Abbot und JOSEF JOHN THOMSON, Professor in Cambridge. Ein Franzose, Sohn des Landes, welches, nachdem einmal Holland und England die Bahn gebrochen hatten, auf dem ganzen Gebiete des Naturerkennens das Größte leistete: HENRI BECQUEREL, Mitglied des Instituts und Professor an der Polytechnischen Schule in Paris.

Die Universitäten haben für ihre Wirksamkeit Formen nötig, die dem Wechsel unterworfen sind, die wir aber erst dann preisgeben, wenn sie ganz und gar abgestorben sind. Noch halten wir bei unsren feierlichen Kundgebungen fest an dem altehrwürdigen Idiom, das uns mit den Anfängen unsrer Bildung verbindet, und so hat die Fakultät mich beauftragt, auch die heutigen Promotionen in der lateinischen Sprache zu vollziehen.

Q. F. F. F. Q. S.

Auspiciis et auctoritate augustissimi, potentissimi principis ac domini WILHELMI II, imperatoris Germanorum, Borussiae regis, domini nostri longe clementissimi — rectore academiae Georgiae Augustae magnificentissimo ALBERTO, regio Borussiae principe

clarissimo, ducatus Brunsvicensis summo moderatore — prorectore magnifico Paulo Althaus, theologiae doctore et professore publico ordinario — ego ex ordinis mei decreto viros egregios:

Ottonem Naumann, ab ipsis regis intimis consiliis, qui cum sagaci prudentia perspexerit perspicereque pergat, quibus rebus cum omnibus Borussicis tum nostrae opus sit universitatibus, earumque antiquam gloriam retineri non posse optime intellexerit nisi ita, ut et discipulorum instructioni et scientiae studio ampla aedificiorum copia praebeatur, atque officinae aut novae veteribus usitatisque accrescant, aut meliores in locum vetustarum et collabentium substituantur, strenuo consilio eo rem perduxit, ut utriusque huius novationum generis iam duo extent splendida exempla: et electricitatis applicatae laboratorium et quod hoc festo die inauguratur physicae —

Antonium Rieppel, a regis Bavariae consiliis architectum, qui, cum opificio machinarum Norimbergensi praepositus sit, humanitatem et benevolentiam non minus praestat quam perseverentiam et voluntatem, neque tantum valles et flumina audaci pontium longitudine coniungere callet, sed etiam scientia cognoscendi construendique artes vinculis artissimis coartari et coalescere ne desinant curavit curatque, non sine merito societati Gottingensi physicae matheseosque applicatae addictus, et ipsi hoc ipso die de universitate Georgia Augusta haud parce meritae —

Petrum Zeeman, physicae in universitate Amstelodamensi professorem, et docendo et sciendo magistri nomine dignum, observationis indaginisque physicae non minus continuatorem quam novatorem, quae magnus Faraday de vi magnetica corporumque proprietate optica divinatus est neque perficere potuit, eorum inventorem felicem —

Iosephum Ioannem Thomson, physicae experimentalis in universitate Cantabrigensi professorem, qui doctrinam de eo electricitatis motu, qui in gasibus obtinet, et contemplando et experiundo auxit, discipulorum illustrium magno numero adiutus, corpusculorum, quae iona vocantur, singularem naturam illustravit, vertiginum theoriam atomis feliciter applicavit, quae inter atoma electrica et chemica extet cognatio ingeniose dispicere coepit, his omnibus multisque aliis studiis et indagationibus antiquam officinae Cantabrigensis famam atque gloriam firmavit auxit amplificavit —

Oliverium Heaviside, natione Anglum, domo Newtonabbatensem, analyticae artificiorum peritum, corpusculorum, quae electrona vocari solent, indagatorem perseverantem, fertilem, felicem, quamvis vitae solitariae deditum, tamen inter propagatores scientiae Maxwellianae facile principem —

Henricum Becquerel, instituti Gallici socium, physicae in schola polytechnica Parisina professorem, qui cum radios, qui ex radii elemento exeunt, primus invenisset,

naturam eorum variam et complicatam extricasset, a radiis cathodicis partem eorum diversam non esse cognosset, huius recentis scientiae finibus ubique propagatis, ipsas physicae et chemiae scientias ad nova et vastiora spatia et curricula evexit — —

hos, inquam, viros egregios honoris causa philosophiae doctores et artium liberalium magistros creo creatosque pronuntio.

Quod felix faustum fortunatumque sit.

Der Vorsitzende der Professoren-Kommission der Göttinger Vereinigung, Geheimrat Professor Dr. Klein, brachte deren Glückwünsche in den folgenden Worten dar:

Verehrte Direktoren des neueröffneten Instituts!

Als Vorsitzender der Professoren-Kommission der Göttinger Vereinigung für angewandte Physik und Mathematik habe ich Ihnen namens der Vereinigung die herzlichsten Glückwünsche darzubringen. Ich möchte zu Ihnen nicht als Fremder sprechen. Haben wir doch jahrelang in gemeinsamer Arbeit Schulter an Schulter gestritten und uns bemüht, und darf doch die Vereinigung den heutigen Tag auch als ihren eigenen Festtag ansehen. Es ist nicht nur, daß die Abteilung für angewandte Elektrizitätslehre heute verselbständigt ist und ihr eigenes Haus bezieht, sondern es sind auch die im alten Hause des Physikalischen Institutes freigewordenen Räume den anderen Abteilungen, für die sich unsere Vereinigung in erster Linie interessiert, den Abteilungen für angewandte Mathematik und angewandte Mechanik, überwiesen. Unter dem Namen eines Instituts für angewandte Mathematik und Mechanik vereinigt werden dieselben dort fortan eine neue glänzende Entwicklung nehmen können, durch welche die Grundgedanken, die wir mit Ihnen verfolgen, eine immer weitergehende, umfassende Verwirklichung finden sollen. So lassen Sie mich die Begrüßung, die ich Ihnen darzubringen habe, in den Wunsch zusammenfassen, daß es Ihnen und uns anderen noch lange Zeit vergönnt sein möge, einträchtiglich zusammenzuarbeiten zur Entwicklung der Wissenschaft und zum Gedeihen der Universität!

Die fremden Fachgenossen aber, die zum heutigen Feste herbeigeeilt sind, bitte ich, auch diesen letztgenannten Einrichtungen einige Aufmerksamkeit zu-

wenden zu wollen. Die Direktoren, Professor RUNGE und Professor PRANDTL, werden heute Nachmittag zur Stelle sein, um alle erwünschten Erläuterungen zu geben, und ich vertraue, daß Sie bei aller Unfertigkeit der Einzelheiten, die Absicht des Ganzen deutlich erkennen und unsere Einrichtungen in freier Überzeugung als eine wesentliche Ergänzung des sonst üblichen mathematisch-physikalischen Universitätsbetriebs gelten lassen werden.

Der letzte Punkt des Festprogramms erlitt durch die schließliche Absage des Herrn Ministerialdirektors ALTHOFF eine von uns sehr bedauerte Abänderung. Der Dank, den die Göttinger Vereinigung seiner weitschauenden Fürsorge schuldet, sollte in der Überreichung einer künstlerisch ausgestatteten Adresse seinen Ausdruck finden. Von dieser Absicht und dem Inhalte der Adresse gab der Vorsitzende der Göttinger Vereinigung, Geheimer Regierungsrat Dr. BÖTTINGER, der Versammlung mit den folgenden Worten Kunde:

Hochgeehrter Herr Kurator!
Hochverehrte Damen und Herren!

Gestatten Sie mir zunächst einige Worte in eigener Sache. Ich bin noch ganz betroffen und überrascht von der mir durch Se. Exzellenz den Herrn Kultusminister gewordenen so ganz besonderen und außerordentlichen Ehrung. Wenn ich auch auf das Freudigste berührt bin, empfinde ich doch ein Gefühl der Beschämung. Was ich hier tun durfte und was ich hier tue, geschah und geschieht immer nur im Interesse Ihrer Hochschule, zur Förderung unserer gemeinsamen Bestrebungen auf derselben, damit die Anwendung und Anwendungsmöglichkeit der von Ihnen gelehrten Wissenschaften denjenigen nahe gebracht wird, die später berufen sind, die neuen Generationen zu lehren, sowie denjenigen, welche Recht zu sprechen haben, und denen es besonders wertvoll sein muß, ihr Urteil auf einige Sachkenntnis zu gründen.

Hochgeehrte Herren! Der mir heute ausgesprochene Dank gebührt aber nicht mir allein, sondern auch den vielen Freunden und Kollegen, die mitgewirkt und mitgearbeitet haben, die von den gleichen Empfindungen für die Förderung unserer gemeinsamen Aufgaben beseelt sind, ohne deren Mitarbeit meine schwachen Leistungen nichts vermocht hätten.

Jedenfalls werde ich bestrebt bleiben, Ihnen meine Dankbarkeit durch weitere tatkräftige Arbeit zu beweisen.

Namens unserer Göttinger Vereinigung habe ich nun die Ehre, den besonderen Dank derselben in erster Linie der Königlichen Staatsregierung und insbesondere dem Herrn Kultusminister und dem Herrn Finanzminister für deren tatkräftige Förderung und Unterstützung unserer Bestrebungen, und vor allem für deren Zustimmung zum Bau des neuen Instituts für angewandte Elektrizität auszusprechen. Durch dasselbe hat nicht nur diese Disziplin die nötigen Räume in würdiger Form erhalten, sondern es haben die von unserer Vereinigung mit gepflegten Abteilungen der angewandten Wissenschaften, die angewandte Mechanik und die angewandte Mathematik, die so lange benötigten größeren Räumlichkeiten erhalten und sind dadurch in die Lage versetzt, ihre Arbeiten in noch intensiverer Weise wie bisher durchzuführen.

Die Göttinger Vereinigung zur Förderung der angewandten Physik und Mathematik ist, wie Sie, hochgeehrte Herren, wissen, eine freie Vereinigung von Industriellen mit hervorragenden wissenschaftlichen Mitgliedern Ihrer Hochschule. Sie hat zich zur Aufgabe gestellt, an den Universitäten die angewandten Wissenschaften zu pflegen und denjenigen, deren späterer Beruf sie mit diesen Disziplinen in Berührung bringt, Gelegenheit zu geben, die betreffenden Wissenschaften nicht nur theoretisch, sondern auch in ihrer Anwendung kennen zu lernen. Denn gerade wir, die wir mitten in der Industrie stehen, sind uns besonders der Notwendigkeit bewußt, in inniger Wechselwirkung mit der Wissenschaft zusammen zu arbeiten. Unsere Bestrebungen haben vielseitige Anerkennung und vielfache Nachahmung gefunden, so daß wir mit Befriedigung auf das bereits Erreichte zurückblicken und mit frohem Mute der Zukunft entgegensehen können.

Das Erzielte wäre aber nicht erreichbar gewesen, wenn wir nicht die Unterstützung der Königlichen Staatsregierung gehabt, und vor allem, wenn nicht von Anbeginn an der Leiter der Unterrichtsabteilung im Kultusministerium, Se. Exzellenz Herr Ministerialdirektor Dr. Althoff, mit weit voraussehendem Blick und mit vollem Verständnis unserer Bestrebungen unsere Arbeiten unterstützt hätte. In allererster Linie gebührt daher ihm, dem unermüdlichen Förderer der Wissenschaften auf unseren deutschen Hochschulen unser tiefempfundenster und ehrerbietigster Dank, denn ohne seinen Rat, seine Tatkraft und seine Einsicht wären unsere Bemühungen voraussichtlich umsonst gewesen.

Es ist uns deshalb eine freudige Pflicht gewesen, diesen Dank in sichtbarer Form zum Ausdruck zu bringen. Zu unserem großen Bedauern und besonderem Leidwesen ist Se. Exzellenz noch in letzter Stunde verhindert gewesen,

hierher zu kommen, wodurch uns die Möglichkeit genommen ist, diese Adresse persönlich zu überreichen. Wir müssen deshalb Sie, hochverehrter Herr Kurator, höflichst bitten, der gütige Vermittler derselben an Se. Exzellenz zu sein, und mit der Adresse ihm auch unsere vereinigten, aufrichtigsten Wünsche für sein Wohlergehen auszusprechen, unser aller Hoffnung Ausdruck zu geben, daß es Sr. Exzellenz noch lange vergönnt sein möge, die Interessen des höheren Unterrichts unserer Nation in gleicher Weise zu fördern.

Die Adresse lautet:

„Ew. Exzellenz!

Die Einweihung des neuen physikalischen Instituts der Universität Göttingen bedeutet einen Festtag auch der Göttinger Vereinigung zur Förderung der angewandten Physik und Mathematik. Bezieht doch gleichzeitig die Abteilung für angewandte Elektrizitätslehre den stattlichen neben dem Hauptgebäude hergestellten Neubau, während die Institute für angewandte Mathematik und angewandte Mechanik in den Räumen des alten physikalischen Gebäudes die lange erwünschte Gelegenheit zur zweckmäßigen Ausdehnung und planmäßigen Einrichtung finden. Was uns vor Jahren bei der Begründung unserer Vereinigung in unbestimmter Form vorschwebte, hat damit eine konkrete Ausgestaltung gefunden, die hoffentlich die Grundlage fortgesetzten organischen Wachstums sein wird.

Es ist uns ein Bedürfnis, Ihnen, hochverehrte Exzellenz, bei dieser Gelegenheit unseren ganz besonderen Dank auszusprechen. Die Anfänge unserer Vereinigung sind von großen Schwierigkeiten begleitet gewesen. Indem wir versuchten, zwischen Universität und Technischer Hochschule, deren Interessen zum Schaden des Ganzen unvereinbar auseinander zu gehen drohten, ein verbindendes Glied herzustellen, waren wir Mißverständnissen von beiden Seiten ausgesetzt.

Ew. Exzellenz haben damals mit weitem Blick die eigenartige Bedeutung unserer Ziele von vornherein klar erkannt und uns mit

wohlwollendem und erfahrenem Rat durch so manche drohende Fährlichkeit sicher hindurchgeleitet.

Ew. Exzellenz haben dann in der Folge nicht nur tatkräftig unsere Bestrebungen von Fall zu Fall gefördert, sondern unserem Wirken auch durch großartige Ausgestaltung der mathematisch-physikalischen Fächer an der Göttinger Universität die denkbar günstigsten Vorbedingungen geschaffen.

Die Göttinger Vereinigung zur Förderung der angewandten Physik und Mathematik ist eine Gesellschaft ohne Statut, welche ausschließlich durch freie Betätigung und vertrauensvollen Zusammenschluß ihrer Mitglieder besteht. Auf derselben Grundlage des gegenseitigen Vertrauens, ohne geschriebene Bestimmungen, haben sich ihre in mannigfacher Form hervortretenden Beziehungen zur Königlichen Staatsregierung entwickelt.

Wollte jemand unternehmen, aus den ihm vorliegenden Einzelheiten eine Abgrenzung der Kompetenzen zu konstruieren, es würde ihm schwer fallen, hierfür die logische Formel zu finden.

Daß innerhalb des straffen Organismus der Unterrichtsverwaltung sich solcherweise individuelle Beziehungen haben ermöglichen lassen, die gerade die Vorbedingung für einen Erfolg unserer Arbeit bilden, das verdanken wir Ihnen, hochgeehrte Exzellenz, in allererster Linie. Seien Sie überzeugt, daß wir die große in dieser Hinsicht vorliegende Leistung ganz besonders zu würdigen wissen und daß wir Ew. Exzellenz große Verdienste um unsere Vereinigung allezeit in dankbarer Erinnerung bewahren werden.

Ehrerbietigst

Die Göttinger Vereinigung zur Förderung der angewandten Physik und Mathematik

Der erste Vorsitzende — Dr. BÖTTINGER.

Der zweite Vorsitzende — Dr. KLEIN."

Noch darf ich nicht versäumen, dem hochverehrten Herrn Kurator, Herrn Geheimen Oberregierungsrat Dr. Höpfner und den Herren Professoren der hiesigen Universität auch unsererseits den Dank zu zollen, den wir Ihnen, hochverehrte Herren, schulden für Ihre unermüdliche Mitarbeit. Möge Ihr Interesse nie erlahmen, sondern auch weiter nicht nur Ihrer Wissenschaft, sondern auch unseren Zielen und Aufgaben für die Gesamtheit zuteil werden.

Zum Schluß möchte ich noch unsere besondere Freude darüber aussprechen, daß die Königliche Unterrichtsverwaltung eine besondere Direktorstelle für die angewandte Elektrizität errichtet und dieselbe dem bewährten Forscher Herrn Professor Dr. Simon übertragen hat. Wir begrüßen dies mit um so größerer Genugtuung, als dadurch auch seitens der Königlichen Staatsregierung unsere Bestrebungen direkt anerkannt werden, und als damit die Sicherheit gegeben wird, daß diese Disziplin von der Königlichen Staatsregierung weiter gefördert werden und als eine dauernde Einrichtung der Göttinger Universität erhalten bleiben wird.

Möge die berühmte Alma Mater allezeit weiter bleiben, was sie bisher gewesen, eine Zierde der Wissenschaft, ein Ruhmesblatt im Kranze unserer deutschen Hochschulen.

Ihren Abschluß fand die Feier mit einem auf Seine Majestät den Kaiser Wilhelm II. ausgebrachten Hoch.

An die Feier schloß sich zunächst die Besichtigung der neu eröffneten Institute. Die jungen Physiker, die an diesen mit selbständigen wissenschaftlichen Untersuchungen beschäftigt sind, hatten es übernommen, in den von ihnen benutzten Räumen die besonderen Einrichtungen den Besuchern zu erklären. Um 2 Uhr versammelten sich die Teilnehmer der Feier bei einem einfachen Mittagessen, zu dem die Direktoren des Physikalischen Instituts eingeladen hatten. Dabei wurde der Versammlung und vor allem den Professoren Riecke und Voigt eine besondere Überraschung zuteil. Herr Geheimer Regierungsrat Dr. Böttinger gab die großherzige Zusicherung, daß er durch eine persönliche Zuwendung die Einrichtung eines Praktikums für Radiologie und Elektronik an der Abteilung für Experimentalphysik ermöglichen wolle. Es wird im folgenden noch davon die Rede sein, daß die von der Königlichen Staatsregierung zur Verfügung gestellten Mittel nicht hinreichten, die hierfür nötigen Anschaffungen zu bestreiten. Eine entsprechende Zuwendung sicherte Herr Dr. Böttinger auch der Abteilung für theoretische Physik zu für spektroskopische Einrichtungen, die sich aus den staatlichen

Mitteln gleichfalls nicht bestreiten ließen. Auch an dieser Stelle sei dafür Herrn Dr. Böttinger der wärmste Dank gesagt.

Der Prorektor der Universität, Professor D. Althaus, sandte von der Tafel aus ein Telegramm an Seine Königliche Hoheit den Prinzen Albrecht, ein zweites an Seine Excellenz den Herrn Ministerialdirektor Althoff, als Zeichen des Dankes von seiten aller bei dem Mahle vereinigten Teilnehmer der Feier.

Telegraphische Glückwünsche zu der Feier waren noch eingelaufen von Präsident Professor Friedrich Kohlrausch, Geheimen Ober-Regierungsrat Professor von Bezold, Professor Lorentz und Professor Kamerlingh-Onnes aus Leiden, Professor Karl Schering aus Darmstadt und Professor Schilling aus Danzig. Sie wurden während des Mittagessens verlesen.

An das Essen schlossen sich wieder Besichtigungen von Instituten. Außer dem physikalischen hatten sich noch die folgenden Institute auf eine Besichtigung vorbereitet: das Institut für angewandte Mathematik und Mechanik, das geophysikalische Institut, die Sternwarte, das Institut für physikalische Chemie, das Institut für anorganische Chemie. Je nach ihren Interessen verteilten sich die Teilnehmer der Feier in kleineren Gruppen auf die verschiedenen Institute; es war daher möglich, auch feinere Einzelheiten der Einrichtungen, Apparate und Versuche von besonderem Interesse den Besuchern vorzuführen.

Den harmonischen Abschluß des Tages bildete eine zwanglose Vereinigung, zu welcher der Universitätskurator Dr. Höpfner und seine Gemahlin in die gastlichen Räume ihres Hauses eingeladen hatten. Sie bot auch den Frauen des weiteren Kreises unserer Universität Gelegenheit, die auswärtigen Gäste kennen zu lernen und wenigstens an dem Ausklingen der schönen Feier unmittelbaren Anteil zu nehmen.

II.

Reden der Institutsdirektoren bei der Einweihungsfeier der Neubauten.

1. Rede von EDUARD RIECKE.

Hochansehnliche Versammlung!

Wenn eine lange und mühevolle Arbeit zum Abschlusse gekommen ist, darf man wohl für eine flüchtige Stunde ruhen, um in festlichem Kreise des erreichten Zieles sich zu freuen. Wir haben Sie, hochverehrte Anwesende, gebeten, die Einweihung des neuen physikalischen Institutes mit uns zu feiern. Wir wollten damit allen, denen wir Dank schuldig sind, Gelegenheit geben, zu prüfen, was hier mit ihrer Hilfe geschaffen worden ist; wir wollten den befreundeten und benachbarten Genossen unseres Faches, den Kollegen der hiesigen Universität die Möglichkeit bieten, die Anlage und die Einrichtungen unseres neuen Instituts kennen zu lernen. Es ist ja doch eine gemeinsame Aufgabe, an der wir alle arbeiten, und jeder Fortschritt, der an einer Stelle gemacht wird, soll der Gesamtheit zugute kommen. Ich erfülle eine angenehme Pflicht, indem ich Sie alle auch im Namen der Institutsangehörigen in diesen Räumen willkommen heiße. Die erste Pflicht aber, zu deren Erfüllung uns eine warme und aufrichtige Empfindung drängt, ist die Pflicht der Dankbarkeit. Wir danken vor allem der Königlichen Staatsregierung für die verständnisvolle Förderung, die sie unseren Plänen angedeihen ließ. Treu den Überlieferungen unserer Universität haben wir manches gefordert, was mit gewohnten Anschauungen an maßgebender Stelle nicht ohne weiteres im Einklang stand. Mit um so lebhafterem Danke empfinden wir, daß es den anhaltenden Bemühungen des vorgesetzten Ministeriums gelang, alle Schwierigkeiten zu überwinden und unserer Universität ein Institut zu schenken, das der durch

die Namen GAUSS und WEBER bezeichneten Tradition würdig ist. Wir danken zweitens der Göttinger Vereinigung zur Förderung der angewandten Physik und Mathematik. Ihre tatkräftige Unterstützung hat verhindert, daß die Abteilung für angewandte Elektrizität von dem physikalischen Institute getrennt wurde. Indem sie die Sorge für die innere Einrichtung übernahm, hat sie der Königlichen Staatsregierung ermöglicht, neben dem physikalischen Institut noch den kleineren Bau für angewandte Elektrizität zu errichten. Das Zusammenwirken der beiden Institute, das sich in der verflossenen Zeit in so ersprießlicher Weise gestaltet hat, wird dadurch auch für die Folge gesichert. Unser Dank gilt ferner den Leitern des Baues, die mit steter Freundlichkeit, so weit sie immer vermochten, den Wünschen Rechnung getragen haben, die namentlich bei der inneren Einrichtung oft nachträglich noch sich geltend machten. Wir gedenken endlich dankbar der Unterstützung, welche uns der verehrte Kurator unserer Universität während der ganzen Zeit des Baues mit Rat und Tat hat zuteil werden lassen.

Der Bau, den wir heute weihen, ist errichtet auf dem Boden unserer Universität; er bildet nicht etwas unvermittelt Neues, er ist vielmehr in seiner Eigenart bedingt durch die geschichtliche Entwicklung, die sich hier auf dem Gebiete der physikalischen Disziplinen vollzogen hat. So werden Sie verstehen, daß ich mit einem Rückblicke auf die Vergangenheit beginne.

Unter den Männern, welche in der ersten Zeit des Bestehens unserer Universität die Physik vertraten, ist der bekannteste LICHTENBERG, bekannt zunächst als einer unserer großen Humoristen. Indes ist die Bedeutung des Physikers kaum geringer als die des Schriftstellers. Zwar hat LICHTENBERG auf dem Gebiete der Physik nicht viel veröffentlicht, aber die von ihm entdeckten Figuren bilden noch heute einen Gegenstand unserer Forschung, und durch den Reichtum seiner Ideen und die Vielseitigkeit seiner Kenntnisse hat er nach den verschiedensten Richtungen anregend gewirkt. CHLADNI verdankte ihm nicht bloß die Anregung zu der Untersuchung der Meteoriten, auch die Anregung zu der Erzeugung der Chladnischen Klangfiguren wurde unmittelbar durch die Lichtenbergischen Figuren gegeben. LICHTENBERG übte aber auch als akademischer Lehrer eine bedeutende Wirkung aus. Seine Vorträge, die durch zahlreiche Experimente belebt wurden, erfreuten sich eines großen Zuhörerkreises aus allen Fakultäten. Wir können uns wohl denken, welchen Reiz er ihnen durch geistvolle Vermutungen, durch Witz und Satire zu geben verstand. Gestützt wurde die Wirkung seiner Vorlesungen durch den auf das Nützliche und Praktische gerichteten Sinn der Zeit, durch das naive Vergnügen, das man damals an physikalischen Spielereien empfand, die wir heute der Kinderstube überlassen. Fragen wir

nun nach den äußeren Bedingungen, unter denen LICHTENBERGS Tätigkeit sich abspielte. LICHTENBERG besaß kein Institut, er las in seinem eigenen Hause, wie die Mehrzahl der Professoren jener Zeit; die bei der Vorlesung benutzten Apparate waren sein Eigentum. Erst nach LICHTENBERGS Tode wurden seine Apparate vom Staate übernommen, und damit an unserer Universität das sogenannte physikalische Kabinet begründet. Es befand sich in einem Hause, das abgebrochen wurde, um den Neubauten der Bibliothek Platz zu machen. Schon der Name Kabinet drückt aus, daß man von der Aufgabe des Physikers damals eine andere Vorstellung hatte, als heute. Das wesentliche blieb die Vorlesung und der dabei dienende Apparat; dagegen trat die wissenschaftliche Forschung zurück, an praktische Übungen und Arbeiten von Studierenden wurde vollends nicht gedacht.

Wenn von der Physik in Göttingen im 18. Jahrhundert die Rede ist, so darf man an einem Manne nicht vorübergehen, der, obwohl nicht offizieller Vertreter der Physik, doch an wissenschaftlicher Bedeutung auch auf ihrem Gebiete, alle seine Kollegen überragte, dem Astronomen TOBIAS MAYER. GAUSS hat ihn den immortalis Tobias Mayer genannt, im Hinblick auf seine Theorie des Magnetismus und ihre Anwendung auf den Magnetismus der Erde. Nach MAYERS Tode sank die wissenschaftliche Bedeutung Göttingens auf dem Felde der Physik, denn LICHTENBERG wurde vielleicht eben durch die Vielseitigkeit seiner Begabung gehindert, eine so tiefgreifende Wirkung zu üben. Dann aber brach im Jahre 1807 mit der Berufung von GAUSS eine neue Epoche von unübertroffenem Glanze an. Die Gebiete, die man bis dahin enzyklopädisch gepflegt hatte, das Bekannte zusammenfassend und reproduzierend, befruchtete er mit seiner schöpferischen Kraft; allen drückte er den Stempel seines Geistes auf, so daß sie unter seiner Hand eine neue Form und einen neuen Inhalt gewannen. Auch die Neugestaltung des physikalischen Unterrichts war mittelbar sein Werk, indem er nach dem Tode des jüngeren TOBIAS MAYER, des Nachfolgers von LICHTENBERG, im Jahre 1831 WILHELM WEBER nach Göttingen zog. Mit ihm kehrte ein neuer Geist in dem physikalischen Kabinet ein. Er wollte sich nicht darauf beschränken, die bekannten Erscheinungen nachzumachen; die Hauptsache waren ihm Einrichtungen zu gründlichem Studium und zu neuer Erforschung der Naturerscheinungen. Das physikalische Kabinet hörte mit ihm auf ein bloßer Demonstrationsapparat für Vorlesungen zu sein, so beschränkt seine Räume waren, es trat doch ein in die Reihe der bedeutenden Stätten wissenschaftlicher Forschung. In diesem Sinne waren die großartigen Einrichtungen für magnetische und galvanische Versuche getroffen; der Draht, der das physikalische Institut mit dem Magnetometer der Sternwarte verband, sollte in erster Linie zu Unter-

suchungen über Galvanismus, Thermoelektrizität und Magnetinduktion dienen; gleichsam von selber ergab sich daraus eine Lösung des Problems der elektrischen Telegraphie. WEBER hat aber auch die Aufgabe des physikalischen Unterrichtes, einer späteren Entwicklung vorgreifend, in bedeutungsvoller Weise erweitert. Er richtete physikalische Übungen für die Studierenden ein; die Teilnehmer wurden geübt in der Anstellung von Vorlesungsversuchen und in dem Gebrauche physikalischer Instrumente; Vorgeschrittene wurden mit kleinen Untersuchungen zum Zwecke ihrer wissenschaftlichen Ausbildung beschäftigt.

Das Jahr 1837 unterbrach in rauher Weise die Tätigkeit WILHELM WEBERS. Als einer der Göttinger Sieben wurde er seines Amtes entsetzt, und es wurde ihm damit die Möglichkeit einer erfolgreichen wissenschaftlichen Tätigkeit in Göttingen genommen. Trotzdem hielt ihn die Anhänglichkeit an GAUSS, das rege Interesse an den gemeinsamen magnetischen Arbeiten noch bis Ostern 1843 in Göttingen fest; dann erst folgte er einem Rufe nach Leipzig, wo durch FECHNERS Erkrankung die Direktion des Physikalischen Instituts erledigt worden war. Die Leitung des Göttinger Instituts war im Jahre 1839 BENEDICT LISTING übertragen worden Unter ihm vollzog sich eine Veränderung, welche für die weitere Entwicklung des physikalischen Instituts von großer Bedeutung war. Im Jahre 1842 wurde das Institut in das sogenannte Werlhoffsche Haus an der Ecke der Prinzenstraße und des Leinekanals übergeführt, in dem es bis Ostern dieses Jahres verblieben ist

Die Rückberufung WEBERS im Jahre 1849 gab Veranlassung zu einer einschneidenden Änderung in der Organisation des Instituts, zu der Trennung in die beiden Abteilungen für Experimentalphysik und für theoretische Physik; die Direktion der ersteren übernahm WEBER, die der letzteren LISTING. Es folgen nun Jahre ungestörter wissenschaftlicher Arbeit; wir verdanken ihr vor allem die Arbeiten WILHEM WEBERS auf den Gebieten des Galvanismus und des Diamagnetismus, die mit RUDOLPH KOHLRAUSCH zusammen ausgeführte Bestimmung des Verhältnisses zwischen dem elektrostatischen und dem elektromagnetischen Strommaß, die Untersuchung über elektrische Schwingungen. Die Räume des physikalischen Instituts waren in jener Zeit noch immer sehr bescheiden. Zu der Abteilung für Experimentalphysik gehörte ein Hörsaal, ein Sammlungsraum, drei Zimmer im ersten Stock des Gebäudes, ein größerer Beobachtungssaal und eine kleinere Werkstätte im Erdgeschoß; die Abteilung für theoretische Physik hatte nur einen größeren Beobachtungsraum im Erd-, ein Zimmer im Dachgeschoß.

Eine neue Wendung in der Entwicklung unseres Institutes wurde durch die Be-

rufung von FRIEDRICH KOHLRAUSCH im Jahre 1866 herbeigeführt. Sie hing zusammen mit einem Bedürfnisse, das in jener Zeit bei der steigenden praktischen Bedeutung der Physik allenthalben sich geltend machte, mit dem Bedürfnisse nach Einführung regelmäßiger physikalischer Übungen. Für diese bot sich ein geeigneter, wenn auch bescheidener Raum dadurch, daß der Abteilung für Experimentalphysik zwei weitere im ersten Stock des Gebäudes gelegene Zimmer eingeräumt werden konnten. Einrichtung und Leitung des physikalischen Praktikums wurden KOHLRAUSCH bei seiner Berufung übertragen. Aus den Erfahrungen seiner Lehrtätigkeit in Göttingen ist das Buch entstanden, das für die Entwicklung des praktisch-physikalischen Unterrichts maßgebend geworden ist, und das in seiner neuesten Gestalt als Lehrbuch der praktischen Physik ein unentbehrliches Hilfsmittel des Physikers bildet.

KOHLRAUSCH folgte im Jahre 1870 einem Rufe an das eidgenössische Polytechnikum in Zürich. An seine Stelle trat als Assistent des physikalischen Institutes von 1871—1874 EDUARD RIECKE. Er wurde 1873 zum außerordentlichen Professor in der philosophischen Fakultät ernannt und führte von 1874—1881 in interimistischer Weise die Direktion der Abteilung für Experimentalphysik, von der WILHELM WEBER auf seinen Wunsch entbunden worden war. Im Jahre 1881 wurde RIECKE zum ordentlichen Professor befördert und definitiv mit der Leitung jener Abteilung betraut.

Ich wende mich nun zu der Entwicklung, welche das Studium der Physik an unserer Universität in den letzten Jahrzehnten genommen hat.

Zunächst erinnere ich an die Berufung meines verehrten Kollegen VOIGT im Jahre 1883, als Nachfolger von LISTING. Ihm verdankt unsere Universität eine Neubelebung des Unterrichtes in der theoretischen Physik durch Vorlesungen, welche sich, der Königsberger Tradition entsprechend, über das ganze Gebiet der Physik in regelmäßiger Folge erstrecken. Sein Eintritt in unseren Kreis kam aber der experimentellen Seite des Unterrichtes nicht minder zugute, als der theoretischen. Die Leitung der praktischen Übungen für die Studierenden der Physik und Mathematik wurde zwischen den beiden Abteilungen des Instituts geteilt. So war es möglich, den speziellen Arbeitsrichtungen der Direktoren entsprechend, dem praktischen Unterricht eine größere Vollständigkeit zu geben, und seine Ziele zu vertiefen. Von großer Bedeutung für diese Ausgestaltung der physikalischen Übungen und für daran sich anschließende wissenschaftliche Arbeiten vorgeschrittener Studierender war der Umstand, daß im Jahre 1884 das physiologische Institut, das bis dahin den nördlichen Flügel des Institutsgebäudes eingenommen hatte, verlegt, und daß die dadurch freigewordenen Räume dem physikalischen Institute überwiesen wurden. Es wurden dadurch insbesondere die Räume

der Abteilung für theoretische Physik wesentlich vergrößert; aber auch die Abteilung für Experimentalphysik gewann einen besseren Hörsaal und zusammenhängende Räume für die praktischen Übungen.

Zu einer Bereicherung unseres Unterrichtes nach einer ganz anderen Richtung hin gab die Wegberufung VICTOR MEYERS die mittelbare Veranlassung. Im Jahre 1885 war OSTWALDS „Allgemeine Chemie" erschienen, im Jahre 1887 wurde die Zeitschrift für physikalische Chemie begründet. Die allgemeine Aufmerksamkeit war dadurch auf die neue Disziplin gelenkt, die sich zwischen Physik und Chemie, beide verbindend, erhob. Die Arbeiten VICTOR MEYERS über Gasdichten gehören dem Grenzgebiete an; er vertrat auch die physikalische Chemie, aber doch nur gewissermaßen im Nebenamte. Nachdem wir ihn verloren hatten, schien es erwünscht, für Göttingen eine Vertretung der so bedeutungsvoll sich einführenden neuen Wissenschaft in ihrem ganzen Umfange zu erhalten. An Gründung eines eigenen Institutes, einer besonderen Professur war zunächst nicht zu denken; im physikalischen Institute aber wurde gerade eine Assistentenstelle frei; sie bot die Möglichkeit, zunächst wenigstens einen Privatdozenten zur Vertretung der physikalischen Chemie zu gewinnen. Von OSTWALD wurde mir neben anderen Namen der unseres Kollegen NERNST genannt. Es gelang mir, ihn Ostern 1890 als Assistenten und Privatdozenten nach Göttingen zu ziehen. Bis Ostern 1895 hat er an der Abteilung für Experimentalphysik die Stätte seiner Wirksamkeit gefunden. Schon im Herbst 1891 wurde ihm eine außerordentliche Professur für physikalische Chemie übertragen; im Herbst 1894 wurde er zum ordentlichen Professor ernannt und mit der Direktion eines von ihm zu begründenden neuen Institutes für physikalische Chemie betraut. Die glänzende Entwicklung dieses Institutes hat sich unter unser aller Augen vollzogen, so daß ich dabei nicht zu verweilen brauche.[1])

Inzwischen hatte sich die Lehrtätigkeit der Abteilung für Experimentalphysik nach einer anderen Richtung ausgebreitet. In der Zeit von 1880—1890 hatte sich eine neue, mächtige Industrie entwickelt, die Elektrotechnik mit ihren Beleuchtungs- und Kraftanlagen. Sie war die Frucht rein wissenschaftlicher Arbeit, sie wirkte aber nun auf die Wissenschaft zurück; sie stellte ihr neue Probleme, sie beschenkte die Wissenschaft mit neuen Hilfsmitteln, welche dem Physiker zeitraubende Arbeiten ersparten, und ihm eine Ausführung seiner Versuche in sehr viel größerem Maßstabe

1) Über das physikalisch-chemische Institut, wie über die anderen Institute, die sich im Verlauf der letzten Jahre von dem physikalischen Hauptinstitute abgezweigt haben, wird im folgenden in besonderen Aufsätzen berichtet.

ermöglichten. Es lag daher im Interesse des Unterrichts wie der Forschung, die Physik, wie sie an der Universität getrieben wird, mit der Elektrotechnik in möglichst enger Verbindung zu erhalten. So hat zuerst DRUDE als Privatdozent unserer Universität Vorlesungen über die technischen Anwendungen der Elektrizitätslehre gehalten. Ihm folgte an unserem Institute im Winter 1896/97 DES COUDRES. Die Vorlesungen waren nach der experimentellen Seite beschränkt, denn es standen eben nur die Hilfsmittel zur Verfügung, welche die Abteilung für Experimentalphysik besaß, oder welche sie zum Teil mit dankenswerter Unterstützung des Königlichen Universitätskurators für die Zwecke des Unterrichts erwerben konnte. Auf eine höhere Stufe konnte der Unterricht in angewandter Elektrizitätslehre erst gehoben werden, als im Jahre 1898 die Göttinger Vereinigung für angewandte Physik und Mathematik die Sorge dafür mit in ihr Programm aufnahm.

Die Göttinger Vereinigung erscheint hier wieder als die Macht, die mit hilfreicher Hand die Klippen hinwegräumte, die den Lauf unseres Schiffes hemmten. Es ist daher an der Zeit, einige Worte über die Entstehung und über die Ziele dieser Vereinigung einzuschalten. Es sind zwei Gedanken, welche den Ausgangspunkt gebildet haben. Wir sahen, daß die angewandte Mechanik und Thermodynamik, die Maschinenlehre, von der reinen Physik durch eine weite Kluft getrennt war, zum Nachteil der reinen Wissenschaft, welche aus der Technik eine Menge von Anregung schöpfen konnte, zum Nachteil der Technik, welcher die allgemeinen Methoden der Wissenschaft fremd blieben. Der zweite Gedanke knüpfte sich an die Ausbildung der Lehrer der Mathematik und Physik an höheren Schulen. Für ihre spätere praktische Wirksamkeit schien es uns notwendig, daß ihr Studium sich nicht auf die Gesetze und Theorien der reinen Wissenschaft beschränkte; vielmehr sollte ihnen Gelegenheit geboten werden, auch ihre technischen Anwendungen kennen zu lernen, und zwar nicht bloß im Bilde, sondern durch eigenes Arbeiten an wirklichen Maschinen. Diese Notwendigkeit leuchtet noch unmittelbarer ein, wenn man bedenkt, daß die Universität nicht bloß Lehrer höherer Schulen bildet, sondern auch Lehrer der technischen Hochschulen und Lehrer der mannigfaltigen Fachschulen, für welche Mathematik und Physik die Rolle unentbehrlicher Hilfsfächer spielen. Daß diese Ideen, mit denen wir uns lange vertraut gemacht hatten, Gestalt gewannen, verdanken wir der Tatkraft unseres Kollegen KLEIN. Er erreichte es, daß zu Weihnachten 1896 die Herren Landtagsabgeordneter Dr. BOETTINGER, Professor Dr. LINDE und Kommerzienrat KRAUSS eine Summe von 20000 Mark zur Verfügung stellten. Damit wurde auf dem Grundstück des physikalischen Instituts ein kleiner Anbau errichtet, in welchem zunächst eine 15pferdige Dampfmaschine und ein

10pferdiger Gasmotor Aufstellung fanden. Die Regierung, mit deren Zustimmung die erwähnten Schritte unternommen worden waren, bewies ihre rege Anteilnahme an dem von uns gemachten Versuche dadurch, daß sie Ostern 1897 Dr. Mollier aus München als außerordentlichen Professor berief, mit dem Auftrage, nicht bloß für die Studierenden der Mathematik und Physik, sondern auch für die der Landwirtschaft über Maschinenwesen zu lesen. Zugleich übernahm die Regierung die Kosten des laufenden Institutsbetriebes. Es kann nicht meine Absicht sein, die weitere Entwicklung des Instituts für technische Physik, oder wie es jetzt genannt wird, des Instituts für angewandte Mechanik im einzelnen zu verfolgen. Die Stetigkeit der Entwicklung wurde gesichert einerseits durch das dauernde Interesse der Königlichen Staatsregierung, andererseits durch die am 26. Februar 1898 erfolgte Gründung der Göttinger Vereinigung für angewandte Physik, welche ihre nächste Aufgabe eben in der Förderung der Unterrichtseinrichtungen für angewandte Physik fand. Im übrigen mögen nur die folgenden Punkte hervorgehoben werden. Schon im Herbste 1897 folgte Mollier einem Rufe als Nachfolger Zeuners nach Dresden; an seiner Stelle wurde Professor Dr. Eugen Meyer mit der Leitung des Institutes betraut. Er hat, seiner besonderen Arbeitsrichtung entsprechend, die Einrichtungen vorzugsweise nach der thermodynamischen Seite ausgebaut; die Räume des Instituts wurden dazu um einen zweiten Anbau erweitert. Eugen Meyer wurde im Herbst 1900 an die Technische Hochschule in Charlottenburg berufen. An seine Stelle trat Professor Dr. Hans Lorenz. Er hat die Einrichtungen des Instituts nach der Seite der Festigkeitslehre ergänzt und die Anfänge einer hydraulischen Einrichtung geschaffen. Die hierzu nötigen Maschinen, deren Anschaffung durch eine besondere Bewilligung der Königlichen Staatsregierung ermöglicht wurde, fanden ihre Aufstellung in einem dritten, von der Göttinger Vereinigung errichteten Anbau des physikalischen Instituts. Professor Lorenz siedelte im Herbst 1904 an die neugegründete Hochschule in Danzig über; unser neuer, zu seinem Ersatz berufener Kollege, Professor Dr. Prandtl, fand zunächst die Aufgabe vor, die noch unvollkommenen hydraulischen Einrichtungen zur Entwicklung zu bringen.

Eine notwendige Ergänzung finden die Einrichtungen für angewandte Physik in entsprechenden Einrichtungen auf dem Gebiete der angewandten Mathematik. In die neue Prüfungsordnung für das Lehramt an höheren Schulen vom Jahre 1898 ist die angewandte Mathematik als besonderer Gegenstand der Prüfung aufgenommen worden. Dabei wird Kenntnis der darstellenden Geometrie und Fertigkeit im Zeichnen, Bekanntschaft mit graphischer Statik und mit Geodäsie vorausgesetzt. Dem Unterricht in diesen Gegenständen, der Pflege der Beziehungen zwischen der Mathematik und den

experimentellen Wissenschaften dient ein Institut, in dem unsere Studierenden die so notwendige Übung in der Handhabung graphischer Hilfsmittel, in der Ausführung numerischer Rechnungen sich erwerben; eine damit verbundene Sammlung geodätischer Instrumente ermöglicht die Anstellung von Messungen im freien Felde im Anschlusse an die Vorlesungen über Geodäsie. Bescheidene Ansätze zu diesen Einrichtungen waren schon früher vorhanden; ihre vollständigere Ausgestaltung verdanken wir dem Zusammenwirken der Königlichen Staatsregierung und der Göttinger Vereinigung. Sie sind jetzt in den Räumen des alten physikalischen Instituts mit dem Institut für technische Physik zu einem Institut für angewandte Mathematik und Mechanik vereinigt.

Die vorhergehenden Ausführungen geben ein Bild von der Entwicklung, welche die physikalischen und die unmittelbar angrenzenden Teile der mathematischen Studien in den letzten 15 Jahren an unserer Universität genommen haben. Dieses Bild würde aber ein unvollständiges sein, wenn ich nicht noch kurz der Geophysik gedenken wollte. Das geophysikalische Institut, das jetzt hoch über der Stadt auf dem Hainberge tront, ist entstanden aus dem Gaußschen „erdmagnetischen Observatorium“. Dieses stand bis zum Jahre 1870 unter der Direktion von Wilhelm Weber und diente nicht bloß zu erdmagnetischen, sondern vielfach auch zu physikalischen Arbeiten. Friedrich Kohlrausch hat dort eine Reduktion der Quecksilbereinheit auf absolutes Maß und eine Bestimmung des elektrochemischen Äquivalents des Silbers ausgeführt. Nach Kohlrauschs Weggang im Jahre 1870 übernahm Ernst Schering die Direktion des Observatoriums; die Verbindung mit dem physikalischen Institut wurde damit gelöst. Nach seinem Tode fand die schon von ihm erstrebte Erweiterung des erdmagnetischen Observatoriums zu einem Institute für Geophysik statt; seine Einrichtung und Leitung wurde unserem Kollegen Wiechert übertragen, der damals Assistent an der Abteilung für theoretische Physik unseres Institutes und Privatdozent war.

Wir haben über dieser Schilderung das physikalische Hauptinstitut etwas aus den Augen verloren. Kehren wir zu ihm zurück, um zu fragen, wie es ihm selber während jener Periode der Abspaltung und Entwicklung von Spezialinstituten erging. Es ist nicht zu verkennen, daß die Entwicklung zunächst auf Kosten des Hauptinstitutes sich vollzog. Der schon längst als notwendig anerkannte Neubau des Instituts wurde verzögert. Die Abteilung für Experimentalphysik war schon durch die Einrichtungen für physikalische Chemie eingeengt worden; die immer reicher ausgestalteten Einrichtungen für angewandte Elektrizitätslehre aber bildeten bald ein Institut im Institute, das jener Abteilung einen immer größeren Raum entzog; und während der Raum sich verengte, wurde die Zahl der Praktikanten und der wissenschaftlichen Arbeiter des

Instituts immer größer. Der Sammlungsraum neben dem Hörsaale für Experimentalphysik mußte schließlich zu Zwecken wissenschaftlicher Arbeit mit verwandt werden; was entbehrlich war, wurde, um Raum zu schaffen, auf den Boden des Instituts gebracht und dadurch der unmittelbaren Aufsicht des Direktors entrückt. Die Bedeutung der so beiseite gesetzten Apparate wurde vergessen, zusammengehörendes wurde getrennt, wertvolles zum alten Eisen gestellt. Manch jahrelang vermißtes Stück habe ich erst beim Umzuge in das neue Institut wieder gefunden. Die längere Dauer dieses Zustandes wäre der Apparatensammlung des Instituts, vor allem dem Bestande an historisch wertvollen Dingen verhängnisvoll geworden. Sie werden sich daher denken können, mit welcher Freude wir den ersten Spatenstich zu dem Neubau des Instituts begrüßten. Die Beschreibung des Neubaus ist in Ihren Händen. Ich kann mich daher auf kurze Erläuterungen beschränken im Interesse der Besichtigung, zu der wir Sie nach dem Schlusse der Feier einladen möchten.

Von der Einteilung des Instituts in die beiden Abteilungen für Experimentalphysik und für theoretische Physik werden Sie äußerlich kaum etwas bemerken. In der Tat wechselt das Verhältnis der Abteilungen mit der wissenschaftlichen Richtung der Direktoren; die Teilung der Institutsräume muß eine bewegliche sein, die sich jedem solchen Wechsel anpassen läßt. Es schien daher am besten, das Institut nach einem vollkommen einheitlichen Plan zu entwerfen und die Einteilung, wie sie den gegenwärtigen Verhältnissen zu entsprechen schien, nachträglich vorzunehmen. Ein bleibendes Prinzip für die Anordnung der Institutsräume ergibt sich dagegen aus der Aufgabe des Instituts, die sich nach den drei Richtungen der Vorlesungen, der Übungspraktika und der wissenschaftlichen Arbeit gliedert. Die Räume für wissenschaftliche Arbeit sollen vor den Störungen, die durch den Besuch der Vorlesungen und Übungen, durch Werkstätten, Maschinenräume und dergleichen verursacht werden, möglichst geschützt sein. Hörsaal für Experimentalphysik und Vorlesungsapparat sollen ein in sich abgeschlossenes Ganze bilden, ebenso die Räume für die Übungspraktika. Diese Bedingungen wurden im wesentlichen erfüllt durch die Zerlegung des Gebäudes in den nach Westen, der Bunsenstraße zu liegenden Vorbau und den von der Straße abgewandten Hauptbau. Der Vorbau enthält im ersten Stock den großen Hörsaal, in dem wir uns hier befinden, darunter im Erdgeschoß den für Spezialvorlesungen bestimmten kleinen Hörsaal mit zugehörigem Vorbereitungszimmer und Sammlungsraum, im Sockelgeschoß die Werkstätte, die Kesselanlage der Heizung und einen Teil der Heizerwohnung. Der Vorbau hat seinen besonderen, der Bunsenstraße zu liegenden Eingang; der Zugang zu den Hörsälen erfolgt durch eine an die westliche Außenwand des Vor-

baus sich lehnende Treppe. Der nach Osten sich dehnende Hauptbau enthält im Erdgeschoß und im ersten Stock die Dienstzimmer der Direktoren, im Sockelgeschoß die Wohnungen des Hausverwalters und des Heizers. Die hauptsächlichsten Räume für wissenschaftliche Arbeit liegen im Sockelgeschoß, im Erdgeschoß und im ersten Stock; dazu kommt im Kellergeschoß ein Raum für Beobachtungen bei konstanter Temperatur, über dem First des Daches eine Plattform, die in Verbindung mit einem darunter liegenden Turmzimmer seither zu Beobachtungen über Luftelektrizität gedient hat. Im ersten Stock des Hauptbaus liegt noch das Vorbereitungszimmer für die große Vorlesung über Experimentalphysik, der Sammlungsraum und die Bibliothek. Der zweite Stock wird ganz durch die Räume für das Übungspraktikum ausgefüllt. Im Dachgeschoß befindet sich das Praktikum für physikalische Handfertigkeit, die historische Sammlung, das photographische Zimmer und ein Raum, der für ein Praktikum in Elektronik und Radioaktivität bestimmt ist, zu dessen Einrichtung uns leider vorläufig noch die Mittel fehlen.[1]) Zwischen den beiden Flügeln des Hauptbaus, außerhalb des eigentlichen Gebäudes, sind die Räume für Maschinen und Akkumulatoren eingebaut.

Wenn der Laie ein modernes physikalisches Institut betritt, so imponiert ihm vor allem die Menge der Drähte, die sich an der Decke und den Wänden der Räume hinziehen. In der Tat ist der Unterschied zwischen einem Institute, wie es sich etwa in den sechziger Jahren des vergangenen Jahrhunderts darstellte, und zwischen unseren heutigen Instituten wesentlich durch die ausgiebige Verwendung der Hilfsmittel bedingt, die wir der Elektrotechnik verdanken. Der galvanische Strom liefert uns Licht und Kraft; er bewegt die Verdunkelungsvorhänge dieses Hörsaals, er zieht den Aufzug vom Sockel bis zum Dach des Gebäudes, er treibt die Drehbank in der Werkstätte, den Luftkompressor im Maschinenraume. Zahlreiche wissenschaftliche Aufgaben beziehen sich auf die unmittelbar von galvanischen Strömen erzeugten Wirkungen. Zu ihrer Untersuchung müssen Ströme der verschiedensten Stärke und Spannung, konstante und wechselnde Ströme zur Verfügung stehen. Dementsprechend verfügt nun unser Institut über zahlreiche und mannigfaltige Stromquellen. Da ist zunächst das städtische Netz mit einer Spannung von je 220 Volt zwischen dem Mittelleiter und den beiden Außenleitern. Der Strom des städtischen Netzes dient zur Beleuchtung, zum Betriebe der Elektromotoren, er steht aber in allen Räumen auch zu Zwecken wissenschaftlicher Arbeit zur Verfügung. Das Institut besitzt ferner drei größere Akkumulatorenbatterien, zwei mit je 30, eine dritte mit 40 Elementen; die Hälften der letzteren sind auch als

1) Vergl. die am Schlusse der Rede hinzugefügte Anmerkung.

zwei voneinander unabhängige Stromquellen zu benutzen; dazu kommen für Ströme mit kleinerer Spannung vier sogenannte Lokalbatterien mit je 5 Elementen. Im Maschinenraume ist eine Universaldynamo aufgestellt, welche Gleichstrom, Wechselstrom und Phasenstrom liefert; der zum Betriebe der verschiedenen Maschinen dienende Elektromotor ist mit Wechselstromringen versehen. Mit bezug auf die Stromverteilung sei folgendes bemerkt. Die städtische Leitung bildet ein einziges in sich geschlossenes System; die Anschlüsse sind teils für 20 Ampère, teils für 6 Ampère berechnet. Zur Verteilung der übrigen Stromquellen sind die Räume des Instituts in acht Gruppen geteilt: Gruppe I im Sockelgeschoß, II, III, IV im Erdgeschoß, V, VI im ersten, VII und VIII im zweiten Stock und im Dachgeschoß. Jede Gruppe besitzt zunächst eine Ringleitung, welche mit Hilfe einer sogenannten Lokalschalttafel mit einer Lokalbatterie verbunden werden kann. Die Leitungen bilden ein Vierleitersystem, bei dem zwischen den aufeinanderfolgenden Drähten die Spannungen von zwei, zwei und sechs Volt liegen. Die Zuführung der von den größeren Batterien gelieferten Ströme, der Gleich- und Wechselströme der Dynamomaschinen zu den einzelnen Zimmern einer Gruppe erfolgt mit Hilfe von acht Gruppenschalttafeln. Zur Verteilung der vorhandenen Stromquellen auf die Zimmergruppen dient eine Verteilungsschalttafel. Die Zahl der voneinander unabhängigen Stromquellen, die nach einer Zimmergruppe oder nach einem Zimmer gelegt werden können, richtet sich nach der Bestimmung der Räume. Die Übersicht über das komplizierte System der Leitungen wird dadurch erleichtert, daß die einzelnen Leiter durchgezählt sind. Jeder Leiter trägt an seinen freien Enden die ihm entsprechende Zahl. Bei zusammengehörenden Leiterpaaren sind die Enden so angeordnet, daß links der mit ungerader, rechts der mit gerader Zahl bezeichnete Leiter liegt. Die Verbindungen mit den Stromquellen werden so gemacht, daß dem negativen Pol die ungerade, dem positiven die gerade Zahl entspricht. Zu mancherlei Zwecken, insbesondere zu Demonstrationen in den Vorlesungen, werden Ströme von größerer Stärke gebraucht; solche Ströme, bis zu 500 Ampère, kann man dadurch erhalten, daß von der Ladeschalttafel aus sämtliche Batterien mit einer Spannung von 10 Volt parallel an zwei Schienen gelegt werden, die nach den beiden Hörsälen führen. Zu den im vorhergehenden genannten Stromquellen, welche starke Ströme mit verhältnismäßig niederer Spannung liefern, kommt endlich noch ein System von Stromquellen mit hoher Spannung hinzu: Eine Akkumulatorenbatterie mit 3200 Volt Spannung, zwei solche Batterien mit je 2560 Volt, eine Hochspannungsdynamo mit 3000 Volt Spannung. Dazu gehört ein besonderes System wohl isolierter Leitungen, das nach denselben Grundsätzen angeordnet ist, wie die Leitung für Niederspannung.

Ich hoffe, daß Ihnen diese Bemerkungen bei der Besichtigung des Instituts von einigem Nutzen sein werden. Hinzufügen möchte ich nur noch, daß der Bau und die wesentlichsten Teile der inneren Einrichtung von Firmen unserer Stadt hergestellt sind, so daß das Institut auch in diesem Sinne ein Göttinger Institut ist.

Hochansehnliche Versammlung! Ich habe begonnen mit einem Rückblick in die Vergangenheit, ich habe die Verhältnisse der Gegenwart geschildert, lassen Sie mich schließen mit einem Ausblick auf die künftigen Aufgaben des Instituts, soweit es sich um den von mir geleiteten Teil desselben handelt.

Wie in jeder Naturwissenschaft, so hat man auch in der Physik zwei ganz verschiedene Dinge zu unterscheiden; auf der einen Seite stehen die Erscheinungen, die sich entweder ohne unser Zutun in der Natur abspielen, oder die wir selber in bewußter Tätigkeit erzeugen, auf der anderen Seite stehen die mannigfaltigen Vorstellungen, die wir in gewissem Sinne willkürlich mit den Erscheinungen verbinden, um sie durch ein leitendes Band zu verknüpfen und in ihrem Zusammenhange begreiflich zu machen, auf der einen Seite steht das, was die Natur tut, auf der anderen Seite das, was der Mensch über die Natur denkt. Wir konstruieren in unseren Gedanken bewegliche Modelle, welche die Erscheinungen der Natur nachahmen. Veränderungen im Modell entsprechen Veränderungen in der Natur; unsere Modelle gewähren daher die Möglichkeit, Erscheinungen vorher zu sagen, die in der Natur unter gewissen Bedingungen eintreten müssen. Trifft die Vorhersage zu, so ist das Modell wenigstens innerhalb des vorliegenden Gebietes von Erfahrungen richtig; widerspricht die Erfahrung der Vorhersage, so ist unser Modell unvollständig oder es enthält störende Glieder, denen in der Wirklichkeit nichts entspricht. Es ist mir immer als die wunderbarste aller Tatsachen erschienen, daß zwischen der Welt der Erscheinungen und zwischen der Welt unserer Gedanken eine solche innere Harmonie besteht, daß wir Modelle konstruieren können, die von der Natur wenigstens innerhalb gewisser Grenzen ein richtiges Bild geben, so roh und unvollkommen die dabei zu Grunde gelegten Vorstellungen der Wirklichkeit gegenüber sein mögen.

Die Vorstellungen, die wir mit den elektrischen Erscheinungen verknüpfen, haben sich in dem letzten Jahrzehnt in sehr merkwürdiger Weise entwickelt. Wir wissen alle, daß man schon frühe die Erscheinungen der Elektrizität sich durch die Annahme begreiflich machte, daß hinter und in den Körpern, die wir unmittelbar sehen und fühlen, den sogenannten ponderablen Körpern, noch zwei jeder anderen Wahrnehmung entzogene Fluida verborgen seien, welche zueinander in demselben Gegensatze stehen, wie positive und negative elektrische Körper. Man dachte sich

diese Fluida, im unelektrischen Zustande gleichmäßig miteinander gemischt, wie ein feines Gas das Innere der Körper erfüllend. In der Theorie der Gase wurde die Vorstellung einer stetigen Raumerfüllung ersetzt durch die Annahme, daß die Gase aus diskreten Molekülen bestehen, die durch weite Zwischenräume getrennt regellos durcheinander sich bewegen. Eine entsprechende Wendung vollzog sich auch auf dem Gebiete der Elektrizitätslehre; man nahm an, daß die elektrischen Fluida aus kleinsten elektrischen Mengen, den positiven und den negativen elektrischen Atomen, zusammengesetzt seien. Wirken keine äußeren, scheidenden Kräfte auf diese Atome, so verbinden sie sich infolge der wechselseitigen Anziehung zu neutralen elektrischen Molekülen. Elektrisierung beruht auf einer Trennung der neutralen Moleküle in die entgegengesetzt elektrischen Atome. Wir haben hiernach mit Vorgängen zu tun, welche den chemischen Verbindungen und Zersetzungen ganz analog sind. In der Tat hatte man schon lange die Überzeugung, daß die chemischen Vorgänge in innigem Zusammenhange mit elektrischen stehen müßten. Man hat, dieser Überzeugung folgend, weitgehende Spekulationen darüber angestellt, wie die Atome der chemischen Elemente aus positiven und negativen elektrischen Atomen zusammengesetzt sein könnten, wie die Newtonsche Anziehung, mit der die Atome ponderabler Körper aufeinander wirken, aus den elektrischen Wechselwirkungen resultieren könnte. Allein diese Betrachtungen, so verlockend sie sein mochten, schwebten doch in der Luft, so lange es nicht gelang, von der Natur jener elektrischen Fluida eine genauere Kenntnis zu gewinnen, so lange jene elektrischen Atome Gedankendinge blieben, erfunden um ausschließlich von den elektrischen Erscheinungen ein anschauliches Bild zu entwerfen. Es war trotz mancher Bemühungen nicht gelungen, zu irgend einer genaueren Kenntnis von den Eigenschaften der elektrischen Atome vorzudringen; man wußte nichts über ihre Masse, über ihre elektrische Ladung, über ihre Geschwindigkeit, über ihre Dichte, und doch konnte erst aus der Existenz solcher konstanter oder nach bestimmten Gesetzen veränderlicher Eigenschaften ein Schluß auf ihre reale Existenz gezogen werden.

Diese Lücke ist durch die Errungenschaften des letzten Jahrzehnts ausgefüllt worden. Wenn der elektrische Strom durch eine mit verdünntem Gase gefüllte Geißlersche Röhre hindurchgeht, so sendet die mit dem negativen Pole der Stromquelle verbundene Elektrode die sogenannten Kathodenstrahlen aus; sie führen negative Ladung mit sich; alle ihre Eigenschaften erklären sich durch die Annahme, daß sie aus diskreten negativ elektrischen Teilchen, den sogenannten Elektronen, bestehen; die Geschwindigkeit dieser Teilchen, das Verhältnis zwischen ihrer elektrischen Ladung und ihrer Masse können aus den Beobachtungen berechnet werden. Dieses Verhältnis kennt man aber

auch bei den Ionen der elektrolytischen Leiter. Ionen einwertiger chemischer Elemente sind Verbindungen eines chemischen Atoms mit einem positiven oder negativen elektrischen Atome; bei mehrwertigen Elementen binden die chemischen Atome eine der Valenz entsprechende Mehrzahl elektrischer. Aber selbst bei dem leichtesten Ion, dem des Wasserstoffs, ist das Verhältnis zwischen elektrischer Ladung und zwischen Masse noch 2000mal kleiner als bei den Elektronen. Diese sind also ungleich feinere Bestandteile der Materie, und es scheint nicht zu kühn, wenn man dem luftigen Nichts des negativen elektrischen Fluidums in ihnen den festen Wohnsitz anweist, wenn man sie mit den Atomen der negativen Elektrizität identifiziert. Entsprechende Atome der positiven Elektrizität zu finden, ist bisher nicht gelungen, denn die Teilchen der gegen die Kathode gerichteten, positiv geladenen Kanalstrahlen scheinen mit den elektrolytischen Ionen von gleicher Art zu sein.

Bei einem gewöhnlichen Gase haben wir mit den verhältnismäßig einfachen Vorgängen zu rechnen, die sich bei dem Zusammenstoße zweier Gasmoleküle abspielen, mit Vorgängen, die durch die Gesetze der Mechanik beherrscht werden. Ungleich komplizierter sind die Vorgänge im Innern einer Geißlerschen Röhre. Dabei kommt einmal die außerordentliche Verschiedenheit zwischen den Elektronen und den Gasmolekülen in Betracht. Die Masse der ersteren ist 2000mal, ihr Durchmesser millionenmal kleiner als bei den Gasmolekülen. Ferner kommen zu den rein mechanischen Wirkungen noch Vorgänge hinzu, die ich als elektrische Reaktionen bezeichnen will. Daß in den Bau der chemischen Atome Elektronen und positive elektrische Teilchen eingehen, folgt aus den Erscheinungen der Lichtemission, es wird bewiesen durch die Tatsache, daß man aus den neutralen Molekülen eines Gases durch mancherlei Mittel positive und negative elektrische Moleküle oder Molekülverbindungen gewinnen kann, die gleichfalls als Ionen bezeichnet werden. Ein solcher Vorgang, bei dem Ionisierung eines neutralen Gases eintreten kann, ist der Anprall eines Elektrons an ein neutrales Gasmolekül. Aber die Verhältnisse liegen hier sehr verwickelt; keineswegs führt jeder Zusammenstoß eines Elektrons mit einem Gasmolekül zur Bildung von Ionen. Das Elektron kann durch das Molekül hindurchfliegen, ohne eine Wirkung zu üben oder zu erleiden. Es kann von dem neutralen Molekül ein anderes Elektron absprengen; beide Elektronen können sich in Richtungen weiterbewegen, die von der ursprünglichen Stoßrichtung verschieden sind; sie geben dann Veranlassung zu der Bildung sekundärer, seitlich sich ausbreitender Kathodenstrahlen. Der Rest des Gasmoleküls besitzt in diesem Falle eine positive Elektronenladung, er bildet ein positives Gasion. Negative Gasionen können dadurch gebildet werden, daß Elektronen von relativ kleiner Ge-

schwindigkeit beim Zusammenstoß mit neutralen Gasmolekülen an diesen haften bleiben, vielleicht auch dadurch, daß ein neutrales Molekül durch den Stoß eines Elektrons unmittelbar in ein positives und ein negatives Ion gespalten wird. Wie bei einem in Dissoziation begriffenen Gase steht der Bildung von Ionen eine fortwährende Wiedervereinigung, eine Rückbildung zu neutralen Gasmolekülen gegenüber. Diese verwickelten Vorgänge werden noch komplizierter, wenn man berücksichtigt, daß Ionisierung auch durch den Stoß von Ionen erfolgen kann, wenn ihre lebendige Kraft bis zu einem bestimmten Betrage gesteigert wird. Endlich hat man noch mit dem Umstande zu rechnen, daß die Gasionen die Neigung haben, sich mit neutralen Gasmolekülen zu komplizierteren Aggregaten zu verbinden.

Das neue Feld der Forschung, das ich hiermit flüchtig umrissen habe, stellt uns zwei verschiedene Gruppen von Aufgaben. Es handelt sich einmal um die Bestimmung bleibender, gesetzmäßiger Eigenschaften der Elektronen und Ionen, zweitens um das Studium der Erscheinungen, die ich als elektrische Reaktionen bezeichnet habe. Die Untersuchung dieser letzteren ist aber von besonderer Bedeutung deshalb, weil uns solche Reaktionen noch auf einem anderen Gebiete entgegentreten, bei dem spontanen Zerfall der radioaktiven Elemente. Diese senden auf gewissen Stufen ihrer Dissoziation Elektronen und positiv elektrische Teilchen aus, die mit den Teilchen der Kanalstrahlen von gleicher Art sind. Wir haben hier elektrische Reaktion in unmittelbarer Verbindung mit chemischer; die Vorstellung, daß zwischen elektrischer und zwischen chemischer Reaktion kein prinzipieller Unterschied bestehe, daß die Chemie im Grunde nur ein Kapitel der Elektrizitätslehre sei, findet hier eine greifbare Stütze.

Es war mein Bestreben, unser Institut bei der Neueinrichtung zu erfolgreicher Mitarbeit an den geschilderten Problemen in den Stand zu setzen. Erfordert werden dazu einmal elektrische und magnetische Hilfsmittel; denn in einem Gase, welches aus neutralen Molekülen, Ionen und Elektronen gemischt ist, können wir die elektrisch geladenen Teilchen gegen die neutralen durch elektrische und elektromagnetische Kräfte bewegen, wir können aus der Beobachtung der Bewegungserscheinungen Schlüsse ziehen auf die Eigenschaften der Ionen und Elektronen. Die elektrischen Reaktionen aber scheinen im Zusammenhang zu stehen mit den eigentümlichen Lichterscheinungen, die wir im Innern von GEISSLERschen Röhren beobachten. Bei ihrer Erforschung sind wir in erster Linie angewiesen auf die Hilfsmittel der Spektralanalyse; verschiedene Arten von Molekülen eines und desselben Gases unterscheiden sich durch die von ihnen erzeugten Spektren; Moleküle, die sich mit großer Geschwindigkeit bewegen, liefern ein anderes Spektrum, als langsam bewegte. So dient uns die

Spektralanalyse, ergänzt durch elektrische Messungen, als ein wichtiges Hilfsmittel, wenn wir die Natur der Licht aussendenden Teilchen zu erforschen suchen. Freilich reichen die für die Neueinrichtung des Instituts zur Verfügung stehenden Mittel nicht hin, um alles Nötige zu beschaffen. Insbesondere war es nicht möglich, mit denselben die Einrichtung des von uns geplanten Praktikums für Elektronik und Radioaktivität zu bestreiten, welches den Studierenden zur Einführung in die Arbeitsmethoden des neuen Gebietes dienen sollte. Auch der regelmäßige Zuschuß, der sich für die Abteilung für Experimentalphysik auf eine Summe von 2800 Mark jährlich beläuft, reicht zu einer erfolgreichen Fortführung der begonnenen Arbeiten nicht aus; denn mit ihm sind nicht bloß die Ausgaben für wissenschaftliche Arbeiten, sondern auch die für die Vorlesungen über Experimentalphysik und die praktischen Ubungen zu bestreiten. Wir gehen aber in die Zukunft mit der frohen Hoffnung, daß auch diese Schwierigkeiten sich überwinden lassen. Die physikalische Forschung hat in den letzten Jahren eine reiche, in noch unbekannte Tiefen führende Ader angeschlagen; überall regen sich die Hände, um die an das Licht des Tages gebrachten Schätze zu heben und zu sichten. Möge es an den äußeren Bedingungen gedeihlicher Arbeit nicht fehlen, möge unser Institut durch erfolgreiche Mitarbeit des alten Ruhmes unserer Hochschule wert sich erweisen.

Anmerkung: Das Praktikum für Radiologie und Elektronik.

Ich habe schon in der Einleitung erwähnt, daß die Einrichtung eines Praktikums für Radiologie und Elektronik durch das opferwillige Eingreifen des Herrn Geheimen Regierungsrates Dr. BÖTTINGER gesichert erscheint. Es ist daher angemessen, über den Zweck und die Einrichtung eines solchen Praktikums einige Mitteilungen zu machen.

Es handelt sich dabei um ein Praktikum für Studierende, die schon längere Zeit dem Studium der Physik sich gewidmet und die gewöhnlichen physikalischen Übungen vollständig absolviert haben. Sie sollen durch die Übungen in Radiologie und Elektronik zu eigener Arbeit auf dem neuen Gebiete befähigt werden.

Die Übungen würden sich erstrecken auf die Erscheinungen, welche die Ionen in dichteren Gasen darbieten: Bestimmung der Beweglichkeit, der Diffussion, der elektrischen Ladung, des Koeffizienten der Wiedervereinigung, der Ionendichte und der Stärke der Ionisierung. Ferner sollen die Wirkungen elektrischer und magnetischer Kräfte auf die Kathodenstrahlen und die Kanalstrahlen untersucht werden. Daran sollen sich spektroskopische Übungen über das von GEISSLERschen Röhren ausgehende Licht schließen. Die spektroskopischen Übungen sollen aber darüber hinaus auch andere Erscheinungen umfassen, welche für den Zusammenhang zwischen der Konstitution der chemischen Moleküle und zwischen dem von ihnen emittierten oder absorbierten Lichte von Bedeutung sind. In diesem erweiterten Umfange würden die spektroskopischen Arbeiten einen zweiten Teil des Praktikums bilden. Ein dritter Teil würde sich auf die radioaktiven Erscheinungen beziehen. Die Praktikanten sollen sich in der Untersuchung radioaktiver Stoffe, der Untersuchung von Induktionen und Emanationsgasen üben, sie sollen lernen, die

verschiedenen Strahlenarten, die von einer radioaktiven Substanz ausgehen, durch die Verschiedenheit ihrer Absorptionsverhältnisse, ihrer elektrostatischen und elektromagnetischen Eigenschaften von einander zu trennen. Daran würden sich Aufgaben schließen, welche die energetischen Verhältnisse der Strahlung betreffen. Das Praktikum würde so bis zu der Schwelle führen, wo die Wiederholung bekannter Versuche in neue und eigentümliche Forschung übergeht.

Die spezielle Leitung des Praktikums wird in die Hände von Herrn Dr. J. STARK gelegt werden, der sich hierzu in freundlichster Weise bereit gefunden hat, und der durch seine wissenschaftliche Tätigkeit hierzu in erster Linie berufen ist.

2. Rede von WOLDEMAR VOIGT.

Hochgeehrte Anwesende!

Mein verehrter Freund RIECKE hat so weitgehend im Namen der beiden in diesem Hause vereinigten Institute gesprochen, daß mir nur wenig hinzuzufügen bleibt. Aber für einige Minuten muß ich Ihre Aufmerksamkeit doch in Anspruch nehmen.

Es drängt mich vor allem, der Königlichen Staatsregierung auch meinerseits Dank zu sagen für die Förderung, welche sie dem von mir geleiteten Institut durch die Errichtung dieses Neubaues gewährt hat. Ich empfinde den durch denselben erzielten Gewinn vielleicht noch tiefer, als Kollege RIECKE. Wie derselbe Ihnen berichtet hat, stand dem mathematisch physikalischen Institut, als ich vor 22 Jahren nach Göttingen kam, ein Raum im Erd- und einer im Dachgeschoß des alten Institutes zur Verfügung. Der Parterreraum war durch geeignet aufgestellte Schränke in zwei Hälften geteilt; die vordere diente als Auditorium, die hintere als Laboratorium. Der Dachraum aber besaß bemerkenswerte physikalische Eigenschaften. Um im ersten Stock einen größeren Saal zu schaffen, hatte man eine seinen Fußboden stützende Wand beseitigt, und infolge hiervon war dieser Fußboden hervorragend schwingungsfähig geworden. Man konnte in dem Zimmer die interessantesten Beobachtungen über Eigenschwingungen der Fußböden anstellen — freilich aber auch keinerlei andere.

Wenn jetzt, nach mancherlei Zwischenstufen der Entwicklung, das Institut in den Besitz einer größeren Zahl fester, heller und ausgedehnter Räume gekommen ist und auch nach außen dem experimentell-physikalischen Institut gleichberechtigt dasteht,

so habe ich alle Ursache, diese Frucht langjähriger, mühevoller Arbeit mit Freude zu begrüßen.

Ein mathematisch-physikalisches Institut mit einem vollständigen Laboratorium ist in Preußen ein Ausnahmefall — nur noch in Königsberg dürfte ein Analogon zu unserer Einrichtung zu finden sein — und die Vertreter der Königlichen Finanzverwaltung haben bei den Verhandlungen über den Neubau wiederholt die Frage erhoben, worin denn nun eigentlich der Unterschied der beiden Institute bestehe. Die Antwort konnte nur sein: der Unterschied liegt allein darin, daß der Leiter des einen Institutes die Kursusvorlesungen über Experimentalphysik, der des anderen die Kursusvorlesungen über theoretische Physik hält — die Ziele und Mittel der beiden Laboratorien sind im wesentlichen die gleichen. Durch fast zufällige Umstände erstmalig hervorgerufen, hat bei der rapide fortschreitenden Entwicklung der Physik die Teilung des alten einheitlichen Institutes sich für Unterricht und Forschung in gleicher Weise nützlich erwiesen und wird von den beiden gegenwärtigen Direktoren als eine wertvolle Eigenart unserer Göttinger Einrichtung hochgeschätzt.

Mit dem geschilderten eigentümlichen Verhältnisse der beiden Institute hängt es auch zusammen, daß, wie Kollege Riecke bereits angedeutet hat, eine Teilung des Gebäudes, sei es nun nach einem horizontalen oder einem vertikalen Schnitt, sichtbar nicht ausgedrückt ist. Die Verteilung der Räume hat in der Weise stattgefunden, daß für beide Institute die betreffenden Auditorien mit Vorbereitungs- und Sammlungszimmern vorweg genommen, dann gemeinsam zu benutzende Räume wie Bibliothek, Werkstätte, Maschinenraum und ähnliche abgesondert und die übrigen Räume nach dem Flächeninhalt in zwei ungefähr gleiche Hälften geteilt wurden. Dabei ließ sich der Wunsch des Kollegen Riecke nach größeren Räumen leicht befriedigen, während mir mit zahlreicheren, aber kleineren besser gedient war.

Dies ist ohne die mindesten Schwierigkeiten vor sich gegangen, und ich nehme gerne Gelegenheit, auszusprechen, daß auch während des ganzen Baues nicht die kleinste Verstimmung zwischen uns beiden stattgefunden hat. Natürlich sind wir öfter über auftauchende Fragen verschiedener Meinung gewesen; aber die sachliche Erwägung hat uns stets zu einem gemeinsamen Entschluß ohne wesentliches Opfer für den Einzelnen geführt.

Ich hoffe bestimmt, daß das gute Einvernehmen zwischen Kollege Riecke und mir, das durch beiderseitiges ehrliches Bemühen 22 Jahre lang unter äußerlich recht ungünstigen Umständen bestanden hat, auch in den so viel gebesserten Verhältnissen andauern wird. Ja, meine Hoffnung geht noch weiter. Ich denke und wünsche, daß

auch unsere Nachfolger, wenn sie gleich nach ihren Richtungen und Arbeitsgebieten über die Räume des Institutes anders disponieren werden als wir, doch in ihrem eigensten Interesse auf gutes Einvernehmen halten und von der Anbringung von Brandmauern zwischen den beiden Abteilungen absehen werden. Es ist übrigens — wie ich bemerken will — für solche vorsichtigerweise Sorge getragen; insbesondere läßt sich jede Etage des Gebäudes leicht durch eine Glaswand gegen die Treppe abschließen.

Kollege RIECKE hat von den speziellen Zielen gesprochen, die er in seinen und seiner Schüler Untersuchungen weiterhin zu verfolgen hofft, und die bei der Einrichtung seines Laboratoriums bis zu einem gewissen Grade maßgebend gewesen sind. Ich möchte mir erlauben, ihm darin zu folgen.

Die Kristallphysik, zu der ich seit 32 Jahren nach kürzeren oder längeren Abschweifungen immer wieder zurückgekehrt bin, liegt abseits von den Problemen, die während dieser Zeit die große Zahl der Physiker beschäftigt haben. Sie liegt auch abseits von den Gebieten, die an unserer Universität unter der Förderung der Göttinger Vereinigung bearbeitet werden.

Die Kristallphysik ist Mikrophysik in des Wortes verwegenster Bedeutung. Nichts kann das besser veranschaulichen, als die Vergleichung der Maschinen, mit denen Kollege PRANDTL Eisenstangen biegt, drillt oder zerreißt, mit den zierlichen Apparaten, die mir bei der Untersuchung der Elastizität und der Festigkeit von Kristallen gedient haben. Sie ist altmodische Physik im stärksten Sinne; zur technischen Anwendung ihrer Gesetze sind kaum kümmerliche Ansätze vorhanden, und nur das Streben nach wissenschaftlicher Erkenntnis ist bei ihr treibend und leitend.

Bietet sie nach ihrer Eigenart eine gewisse Sicherheit vor Konkurrenten bei der Bearbeitung ihrer Probleme, so verlangt sie dafür auch den Verzicht auf weitgehende Teilnahme der Fachgenossen an ihren Resultaten. Es ist nur eine kleine Gemeinde, die sich ihrer Pflege weiht — aber diese hängt mit Zähigkeit an ihrem Aufgabenkreise.

Was ist's nun, das den Kristallphysiker so stark an seine Wissenschaft fesselt? Ich will es durch ein Bild verständlich zu machen suchen.

Denken wir uns in einem großen Saale ein paar Hundert ausgezeichneter Violinspieler, die mit tadellos gestimmten Instrumenten alle dasselbe Stück spielen, aber gleichzeitig an lauter verschiedenen Stellen beginnen, auch etwa nach Vollendung immer wieder von vorne anfangen. Der Effekt wird (für den Europäer wenigstens) nicht eben erfreulich sein, ein gleichmäßiges trübes Tongemisch, aus dem auch das feinste Ohr das wirklich gespielte Stück nicht heraus zu erkennen vermag, einzig

charakterisiert durch den Umfang der überhaupt erreichten und durch die relative Häufigkeit aller berührten Töne.

Eine solche Musik nun machen uns die Moleküle in den gasförmigen, den flüssigen und den gewöhnlichen festen Körpern vor. Es mögen sehr begabte Moleküle sein, mit kunstvoll reichem Aufbau — aber bei ihrer Wirksamkeit stört immer eins das andere; von ihren Qualitäten kommt in den beobachteten Erscheinungen keine voll und rein, viele überhaupt gar nicht zur Geltung.

Ein Kristall hingegen entspricht dem oben geschilderten Orchester, wenn dasselbe von einem tüchtigen Dirigenten einheitlich geleitet wird, wenn alle Augen an seinen Winken hängen und alle Hände den gleichen Strich führen. Hier kommt Melodie und Rhythmus des vorgetragenen Stückes zu ganzer Wirkung, die durch die Vielheit der Ausführenden nicht gestört, sondern gestärkt wird.

Dies Bild macht verständlich, wie Kristalle ganze Erscheinungsgebiete zeigen können, die bei den anderen Körpern absolut fehlen, und daß andere Gebiete sich bei ihnen in wundervoller Mannigfaltigkeit und Eleganz entwickeln, die bei den übrigen Körpern nur in trübseligen monotonen Mittelwerten auftreten. Nach meinem Gefühl tönt die Musik der physikalischen Gesetzmäßigkeiten in keinem anderen Gebiete in so vollen und reichen Akkorden, wie in der Kristallphysik.

Das Gesagte möge zur Rechtfertigung dafür dienen, daß ich bei der Anlage und Ausrüstung unseres Institutes in bescheidenem Maße auch auf die Pflege der Kristallphysik Rücksicht genommen habe. Von den diesem Ziele dienenden speziellen Instrumenten und Modellen will ich hier nicht sprechen. Ich will aber doch erwähnen, daß der im untersten Keller hergerichtete Raum von annähernd konstanter Temperatur zum Teil in Rücksicht auf die berührten Probleme angelegt ist. Er soll einerseits die Gelegenheit zu Kristallzüchtungen nach etwas neuen Gesichtspunkten bieten, andererseits auch Beobachtungen über allmähliche Deformationen bei möglichst unveränderten äußeren Verhältnissen erlauben, die ich bereits vor 32 Jahren unter ungünstigen Verhältnissen in Angriff genommen habe, und von denen ich mir mancherlei Aufklärung und Anregung verspreche.

Unter den verschiedenen Provinzen der Kristallphysik nimmt die Kristalloptik ebenso durch die Schönheit, wie durch die Mannigfaltigkeit der Erscheinungen eine ausgezeichnete Stellung ein. Es ist erstaunlich, wie in diesem seit 100 Jahren emsig angebauten Gebiet die Arbeit immer noch neue köstliche Früchte zeitigt; gerade die letzten Jahre haben hier bemerkenswerte Überraschungen gebracht. Es ist natürlich, daß auch für Forschungen in diesen Problemen nach Möglichkeit Fürsorge getroffen ist.

Der Kristalloptik nahe steht derjenige Teil der allgemeinen Optik, der die Eigenschaften von Körpern behandelt, welche, obwohl von Natur unkristallinisch, durch mechanische, elektrische oder magnetische Einwirkung eine Art von kristallinischer Struktur erhalten. Unter den hierher gehörigen Erscheinungen stehen unbedingt in erster Reihe die wundervollen Wirkungen eines Magnetfeldes auf die optischen Eigenschaften der Körper, die Herr PIETER ZEEMAN, jetzt Professor in Amsterdam und heute ein lieber Gast unseres Festes, entdeckt hat, und die seinen Namen tragen. Wie ich mich lange Zeit um die Theorie dieser Erscheinungen bemüht habe, so habe ich auch danach gestrebt, ihrer experimentellen Bearbeitung in unserem Institut eine Heimstätte zu bereiten. Denn wenn zwar dies physikalische Laboratorium einer Provinzialuniversität naturgemäß nicht für alle Forschungsgebiete vollwertig ausgerüstet sein kann, so darf es doch wohl beanspruchen, für diejenigen Probleme, in denen am Ort schöpferisch gearbeitet ist, erstklassige Hilfsmittel zu besitzen.

Allerdings schien es anfangs nicht, als ob die genannte Absicht sich würde realisieren lassen. Die für fruchtbare Bearbeitung des Zeemaneffektes erforderlichen Hilfsmittel sind ziemlich kostbar, und von der für die instrumentelle Ausrüstung des Institutes beantragten Summe hatte die hohe Finanzverwaltung mehr als 50 Prozent gestrichen.

Indessen haben uns freundliche Gönner unseres Institutes in der geplanten Richtung ein erfreuliches Stück vorwärts geholfen. Nötig waren vor allen Dingen einige Rowlandsche Gitter mit dazu gehörigen Aufstellungen und ein mächtiger Elektromagnet.

Ein schönes, ihm gehöriges Konkavgitter hat uns Herr Kollege RUNGE, der selbst so erfolgreich über die quantitativen Verhältnisse des Zeemaneffektes gearbeitet hat, zur Benutzung überlassen, ebenso den Elektromagneten, den ihm die Berliner Akademie geliehen hat. Drei Plangitter von verschiedener Größe hat uns Herr Dr. HAUSWALDT in Magdeburg, der sich um die Unterstützung optischer Beobachtungen bereits wiederholt große Verdienste erworben hat, leihweise zur Verfügung gestellt, so daß wir in diesen Hinsichten für den Augenblick recht gut versorgt sind.

Bezüglich der nötigen höchst massiven Aufstellung für das Rungesche Gitter ermutigte mich die Nachricht, daß die Firma KRUPP in Essen dem physikalischen Institut der Universität Bonn eine solche Einrichtung geschenkt habe, Herrn Direktor EHRENSBERGER eine ähnliche Bitte vorzutragen. Obgleich nun die Firma KRUPP für die Göttinger Vereinigung bereits erhebliche Aufwendungen gemacht hat, und obgleich das Institut für mathematische Physik nicht in das Bereich der von der Vereinigung

geförderten Unternehmungen gehört, hat doch Herr Direktor Ehrensberger meine Bitte freundlich aufgenommen und bei seiner Firma warm vertreten. Die Firma Krupp hat uns daraufhin die gewaltigen und wunderschön bearbeiteten Eisenteile einer Gitteraufstellung, wesentlich in einer von Kollege Runge empfohlenen Form, geschenkt, die nunmehr eines der kostbarsten Besitztümer des Institutes bildet.

Ich möchte auch an dieser Stelle allen den genannten Herren, die uns bei unserer Arbeit so entgegenkommend unterstützt haben, unseren herzlichsten Dank aussprechen. Die gewährte Förderung hat uns zwar noch nicht an das zunächst erstrebte Ziel gebracht, aber sie hat uns über die schwierige erste Wegstrecke hinweg geholfen. Es steht zu hoffen, daß, wenn uns nur die Königliche Staatsregierung durch die Nachbewilligung mäßiger Bruchteile der gestrichenen 50 Prozent unterstützt, wir in einiger Zeit in den Besitz einer wirklich leistungsfähigen Einrichtung zum Studium des Zeemaneffektes und seiner Begleiterscheinungen gelangen werden.

Auch in einer anderen Richtung werde ich genötigt sein, mit erneuten Anträgen an die Königliche Staatsregierung zu gehen. Der Etat des mathematisch-physikalischen Institutes ist von einer bedrückenden Dürftigkeit, und nur Opfer und Zuwendungen von verschiedenen Seiten haben in den letzten Jahren eine Art Konkurs vermeiden lassen. Sicher hat es einen gewissen Reiz, mit sehr kleinen Mitteln Ordentliches zu leisten; aber es ist dies nicht ein Vergnügen, das durch längere Dauer an Anziehungskraft gewinnt. Ja, schließlich seufzt man wahrhaft nach einem sorgenfreien Dasein.

Die Übernahme eines neuen Institutes hat für dessen Direktor ein doppeltes Gesicht, ein fröhliches, das von den erreichten Fortschritten und Verbesserungen erzählt, und ein ernstes, das an die vergrößerte Verantwortung mahnt. Und das letztere will sich heute nicht übersehen lassen. Gilt es doch weiterhin, die Notwendigkeit der so zäh und nachdrücklich geltend gemachten Forderungen zu beweisen und die gewährten neuen Einrichtungen fruchtbar zu verwerten. Und hierzu braucht es mehr als ein sorgsam und umsichtig organisiertes Institut und als den Fleiß und die Hingabe des leitenden Direktors. Auch glückliche Problemstellungen, die ein Geschenk von oben sind, tun's nicht. Es bedarf zur Erreichung des Zieles außerdem sehr wesentlich der Unterstützung zuverlässiger und kenntnisreicher Assistenten, die geneigt sind, dem Institut mit allen Kräften zu dienen, und der Mitarbeit begabter Schüler, die sich mit Begeisterung der Forschungsarbeit widmen.

In beiden Hinsichten sind unsere Institute bisher vom Glück begünstigt gewesen. In den dürftigen Räumen des alten Hauses sind trotz großer Hindernisse zahlreiche schöne Arbeiten ausgeführt worden; hochbegabte Schüler sind aus ihnen in die Welt

gegangen und bewahren der Stätte ihrer Ausbildung ein treues Andenken. Ich denke hierbei besonders an meine lieben alten Schüler DRUDE und POCKELS, deren hier durchgeführte Arbeiten zum schönsten gehören, was in diesen Instituten geleistet ist, und die an unserem Feste in Anhänglichkeit teilnehmen.

Mögen derartige Helfer den Instituten in ihrem neuen Heim niemals fehlen, damit dieselben in gleicher Weise segensreich zu wirken vermögen, wie bisher.

Anmerkung: An dieser Stelle mag nochmals dankbar der Unterstützung gedacht werden, welche die Arbeiten des Instituts durch die bereits Seite 18 erwähnte Schenkung des Herrn Geheimrat Dr. BÖTTINGER erfahren haben. Die Absicht geht dahin, mit Hilfe derselben die große durch die Firma KRUPP fundamentierte Gitteraufstellung auszubauen, einen kräftigen Magneten und einen Spektrographen für ultraviolettes Licht anzuschaffen. Auch eine für die theoretische Verwertung spektraler Messungen dringend nötige Rechenmaschine soll erstanden werden.

3. Rede von HERMANN TH. SIMON.

Hochverehrte Anwesende!

Die Abteilungen der Physik, welche von den beiden Herren Vorrednern vertreten werden, sind seit langer Zeit anerkannte, wesentliche Bestandteile einer Universität. Wenn sie heute mit einem stolzen und freudigen „Es ist erreicht!“ ihre neue Wirkungsstätte feierlich in Besitz nehmen, so entspringt dieser Stolz und diese Befriedigung weit weniger dem Bewußtsein, daß sie das Ziel erreicht haben, als daß sie es endlich und daß sie es so schön erreicht haben.

Anders liegt die Sache bei der Tochterwissenschaft der Physik, die ich vertrete, der angewandten Elektrizität. Im Mutterhause sorgfältig gepflegt und erzogen, hat sie sich draußen als Elektrotechnik gar stattlich entwickelt und hat die Welt zu ihren Füßen liegen sehen. So war es nur der Lauf der Dinge, wenn ihr das Stübchen im Mutterhause zu enge wurde und sie sich sehnte, einen eigenen Hausstand zu gründen.

Dieser Sehnsucht erste Erfüllung an einer deutschen Universität ist das Institut für angewandte Elektrizität, welches heute mit dem neuen Mutterinstitute seiner Bestimmung übergeben wird. Hier ist die Tatsache allein, daß das Ziel erreicht

wurde, Quelle der Freude und der Dankbarkeit genug; daß es so schnell und daß es so schön erreicht wurde, macht sie nur um so lebhafter sprudeln.

Viele günstige Umstände haben zusammen gewirkt und viele glückliche Hände haben zugefaßt, das Werk zustande zu bringen. Den Funken hat der Genius unseres elektrischen Zeitalters geschlagen; der Zündstoff lag von alters her in Göttingen bereit; und die richtigen Hüter des erweckten Feuers fehlten nicht, denen zu danken heute Pflicht und Bedürfnis ist.

Unter ihnen steht weitaus an erster Stelle Herr Geheimrat RIECKE. Er hat jederzeit mit seltener Selbstentäußerung die Entwicklung der Abteilung warmherzig durch Rat und Tat gefördert; hat ihren Leitern eine auf Vertrauen gegründete Selbständigkeit und Entwicklungsfreiheit gesichert und Lust und Liebe in ihnen wach gehalten.

Die grundlegende Organisation erhielt die Abteilung durch meinen Vorgänger und Lehrmeister, Herrn Professor DES COUDRES. Wenn seitdem von Jahr zu Jahr fortschreitend eine gedeihliche innere Entwicklung der Abteilung zu konstatieren war, so ist das zum großen Teile nur die Frucht seiner glücklichen Aussaat.

Die lebendige Kraft der Idee allein reicht bei experimentierenden Wissenschaften selten aus, ihr so schnell eine Stellung zu schaffen, wie wir es hier mit unseren angewandten Wissenschaften erlebt haben. Ohne die Einsicht und Opferwilligkeit der Männer des praktischen Lebens, die sich in der Göttinger Vereinigung zur Förderung der angewandten Physik und Mathematik der Idee als reale Helfer zur Verfügung gestellt haben, wären wir heute noch nicht über die Anfänge hinaus. Sie haben der Staatsregierung die materielle und moralische Sorge um die neue Abteilung zum großen Teile abgenommen.

Die Königliche Staatsregierung ihrerseits hat der neuen Idee in allen Stadien die Förderung zuteil werden lassen, die erforderlich war, alle Kraftkomponenten zu einer starken Resultante zu vereinigen. Und nun hat sie das Werk gekrönt durch Errichtung des schönen Neubaues, den Sie nachher besichtigen werden.

Ich versichere lebhaft, daß wir vom herzlichsten Danke gegen alle erfüllt sind, die uns so wirksam geholfen haben. Aber ich denke, daß das, was durch dieses segensreiche und vorbildliche Zusammenwirken der besten Kräfte geleistet ist und künftig geleistet werden soll, jetzt und immer der wertvollste Dank sein wird, den wir abstatten können.

Mit lebhaftem Danke möchte ich auch die Unterstützung hervorheben, die wir bei Errichtung des Neubaues von seiten der Bauverwaltung in allen Instanzen gefunden

haben; namentlich danke ich dem Bauleiter, Herrn Regierungsbauführer LEISTE, der mit feinem Verständnis und sicherem Geschmack allen Wünschen entgegen gekommen ist, das Institut seiner Eigenart möglichst angemessen auszugestalten.

Diese Eigenart ist, abgesehen von den ja nie ganz auszuschaltenden persönlichen Faktoren, das naturgemäße Ergebnis einer Verpflanzung — oder soll man sagen Rückpflanzung — der elektrotechnischen Wissenschaft in den Boden der Universität. Sie ist in ihrem Verhältnis zu der Elektrotechnik der technischen Hochschule treffend charakterisiert durch die Nüancierung der Benennung „Angewandte Elektrizität".

Was verstehen wir unter dieser angewandten Elektrizität, die wir mit der neuen Abteilung des physikalischen Institutes pflegen wollen?

Nun, jede Wissenschaft, das hat OSTWALD einmal in einem geistvollen Vortrage ausgeführt, entspringt der Sehnsucht der Menschheit nach Voraussicht, wie alle Kultur nach HUME auf Voraussicht beruht. Unsere Naturwissenschaften schaffen so mit ihren Naturgesetzen Anweisungen, die Erfahrungen der Menschheit in der Außenwelt ökonomisch zusammenzufassen, damit man das zukünftige Naturgeschehen mit möglichster Sicherheit vorauszusehen imstande sei.

Dabei erachten die einen diese Aufgabe mehr in abstrakter Allgemeinheit zu lösen und ringen dem großen Meere der Ereignisse einen Fuß breit nach dem anderen ab, wo gerade ihre Kraft am wenigsten Widerstand findet. Sie sorgen nur, daß sie ihren Seeweg aus dem bekannten ins unbekannte Meer mit aller Zuverlässigkeit erforschen und tragen ihn genau in die Seekarten ein, damit nach ihnen jeder andere ihn mühelos wiederfinden kann. Das sind die Männer der reinen Wissenschaft. Die anderen ahnen, wie Kolumbus, ein bestimmtes praktisches Ziel in der Ferne und gehen darauf los, ohne immer recht auf den Weg zu achten. Das sind die Erfinder der Technik, denen die reine Wissenschaft nur Mittel zu ihrem Zwecke ist. Zwischen beiden vermittelnd stehen die angewandten Wissenschaften: Sie folgen den kühnen Entdeckerpfaden mit dem Rüstzeug der reinen Wissenschaft, sie machen den Pfad, den der Erfinder in intuitivem Drange gefunden, wegsam und für die Allgemeinheit gangbar, ja sie werden gar oft einen näheren und besseren Weg zu demselben Ziele angeben können. Und indem sie die Bahnen des Erfinders ruhig prüfend noch einmal wandern, sehen sie manches Neue, finden sie manchen lohnenden Seitenpfad, den der andere in seinem Stürmen unbeachtet gelassen hat. Oder frei vom Bilde und auf unseren Fall übertragen: Die angewandte Elektrizität vermittelt uns die Voraussicht, die uns befähigt, die Eigenschaften der Elektrizität praktisch zu verwerten, d. h. bestimmte Zwecke des praktischen Lebens durch elektrische Hilfsmittel betriebssicher und wirtschaftlich

zu erreichen. Sie steht als Vermittlerin zwischen der reinen Physik und der Elektrotechnik. Sie hält Fühlung mit beiden; nimmt aus der Physik Probleme und Entdeckungen auf, die einer technischen Verwertung geeignet erscheinen und bemüht sich, dieselben in eine der Technik dienlichen Form zu bearbeiten; sie schält aus den Erzeugnissen technischer Intelligenz die allgemein gültigen Prinzipien heraus und hilft ihr so, ihre Ziele mit immer größerer Vollkommenheit und Zuverlässigkeit zu erreichen; sie geht den Fragen nach, an denen die Elektrotecknik in ihren hochgespannten Anforderungen des Tages vorbeigehen muß und spürt so der reinen Physik neue Quellen der Forschung auf; und sie vermittelt der reinen Physik die reichen Hilfsmittel der Technik, d. h. immer wieder Hebezeuge für deren eigene Forschungsaufgaben.

Ich denke, Sie erkennen so die Bedeutung und Größe der gestellten Aufgabe.

Wie ist sie in den Organismus der Universitäten einzuverleiben?

Die Stärke unserer Universitäten ist ihr eigentümlicher Doppelberuf, der ihren Angehörigen mindestens ebensoviele Verantwortlichkeit sich selbst und den Fachgenossen gegenüber als Forscher auferlegt, wie dem Staate und der Allgemeinheit gegenüber als Lehrer. Entsprechend sind unsere Institute in gleichem Maße Lehr- und Forschungsinstitute.

In Lehre und Forschung also hat auch unser Institut seine Aufgabe zu erfüllen und seine Einrichtung muß beiden Zwecken in gleicher Weise angepaßt werden. So finden Sie folgende Anordnungen darin:

Den Lehrzwecken dient ein mit möglichster Sorgfalt für die Vorführung elektrischer Versuche eingerichteter Oberlichthörsaal im Obergeschoß, mit Verdunklungseinrichtung, Experimentierschalttafel, Projektionseinrichtung usw. Daneben, ebenfalls mit vollkommenen Experimentiermöglichkeiten, das Vorbereitungszimmer zur Ausarbeitung der Vorlesungsversuche. Es ist durch einen elektrischen Aufzug mit der Werkstatt im Erdgeschoß und mit einem Vorratsraume im Kellergeschoß verbunden, um die schweren Apparate und Maschinen schnell herbeischaffen zu können. Auf der anderen Seite des Hörsaales liegt die Sammlung, die natürlich nach Möglichkeit alles enthalten muß, was die Elektrotechnik an bedeutsamen Neuerungen schafft. Den Lehrzwecken dient ferner das Anfängerpraktikum im Erdgeschoß, in dem jedes Semester 20—30 Studierende einen sorgfältig organisierten praktischen Lehrkursus in der angewandten Elektrizität durchmachen. Für die Forschungsarbeit ist eine Anzahl von Zimmern mit ebenfalls möglichst umfassender Experimentiergelegenheit vorgesehen. Das völlig flach ausgebaute, leicht zugängliche Dach hat Stromanschlüsse, um dort oben Versuche mit drahtloser Telegraphie, Lichttelephonie und dergleichen vornehmen zu können. Der weite Aus-

blick nach mehreren Seiten hin ist diesen Zwecken sehr günstig. Für die Forschungsarbeit wird ferner eine Sammlung der besten Meßinstrumente erfordert, die man auf diesem Gebiete besitzt. Vor allem wichtig für ein solches Institut ist die elektrische Anlage. Auf sie ist bei dem neuen Institute besonderer Wert gelegt worden. So sind Quellen elektrischer Energie von einer möglichsten Vielseitigkeit vorhanden. Soweit sie in Gleichstrom- und Wechselstromdynamomaschinen bestehen, sind sie in einer zentral gelegenen geräumigen Maschinenhalle aufgestellt, die für den Transport und die Montage der schweren Maschinen von einem Laufkrahn bestrichen wird und einen direkten Ausweg ins Freie hat. Die Halle reicht durch zwei Stockwerke und stellt so die von manchen Experimenten erforderte größere Vertikalhöhe zur Verfügung. In der Maschinenhalle befindet sich auch die Hauptverteilungsschalttafel für die Verteilung der verschiedenen Stromquellen auf die Zimmer und Arbeitsplätze. Durch ein System von Verbindungsdrähten und Schalttafeln mit Stöpselverbindungen ist es in einfacher und übersichtlicher Weise möglich, jeder der Verbrauchsstellen elektrischer Energie jede der vorhandenen Stromquellen zur Verfügung zu stellen, sowie die Arbeitsstellen untereinander beliebig zu verbinden.

Alle Stromquellen sind möglichst so angeordnet, daß sie gleichzeitig auch an sich zum Gegenstande des Studiums gemacht werden können.

Das Institut ist mit holzverschalten Eisenbetonplandecken, System Könen, versehen worden, die überall ohne weiteres gestatten, Leitungsdrähte anzuschrauben.

Bei der Besichtigung wird der Kundige noch manchem Unfertigen begegnen. Sie werden das entschuldigen, wenn Sie hören, daß vor wenig mehr als einem Jahre erst begonnen worden ist, die Fundamente auszuheben.

Möge die Besichtigung Ihnen den Eindruck hinterlassen, daß das dankbar empfundene große Vertrauen, welches mir die Einrichtung des Institutes übertrug, in dem Geleisteten seine Rechtfertigung gefunden hat.

III.

Das physikalische Hauptinstitut

mit den Abteilungen für Experimentalphysik und für theoretische Physik.

Von

EDUARD RIECKE
Direktor der Abteilung für Experimentalphysik

mit Beiträgen von

W. VOIGT
Direktor der Abteilung für theoretische Physik

und

E. KROPP
Regierungsbaumeister.

Bei dem Bau und der Einrichtung eines neuen physikalischen Institutes werden die besonderen Erfahrungen und Gewohnheiten der Institutsleiter immer eine sehr wesentliche Rolle spielen. Verlangen kann man nur, daß Bau und Einrichtung so bemessen werden, daß sie auch veränderten Bedürfnissen anzupassen sind. Inwieweit dies bei dem Neubau des Göttinger physikalischen Institutes der Fall ist, inwieweit wir die mannigfachen Anregungen verwertet haben, die uns eine gemeinsam mit dem Leiter des Baues unternommene Studienreise gegeben hat, möge aus der folgenden Beschreibung des Institutes hervorgehen.

Ehe wir damit beginnen, scheint es zweckmäßig, noch einmal daran zu erinnern, daß das physikalische Institut im ganzen aus drei Abteilungen besteht: 1. der Abteilung für Experimentalphysik; 2. der Abteilung für theoretische Physik; 3. der Abteilung für angewandte Elektrizität.

Die beiden ersten Abteilungen sind in demselben Gebäude, dem physikalischen Hauptinstitute, untergebracht. Seiner Beschreibung gelten die folgenden Seiten. Der Anteil, den jene Abteilungen an der Lösung der gemeinsamen Aufgabe nehmen, hängt in hohem Maße von der wissenschaftlichen Richtung ihrer Leiter ab.

Es schien daher nicht zweckmäßig, jene beiden Abteilungen in dem gemeinsamen Bau von vornherein äußerlich gegen einander abzugrenzen, vielmehr ist dieser nach einem durchaus einheitlichen Plane entworfen, und erst nachträglich ist eine Einteilung vorgenommen, wie sie den gegenwärtigen Verhältnissen angemessen erscheint.

Der Bau des physikalischen Hauptinstitutes begann im Frühjahr 1903; das Institut wurde bezogen im Frühjahr 1905.



Abb. 1. Rechts: das physikalische Hauptinstitut; links: die Abteilung für angewandte Elektrizität.

I. Allgemeine Einteilung des Neubaues.

Die wissenschaftliche Tätigkeit eines physikalischen Institutes gliedert sich, wie bei anderen naturwissenschaftlichen Instituten, nach drei Richtungen; sie umfaßt die Vorlesungen, die Übungspraktika und die wissenschaftlichen Arbeiten. Die für die letzteren bestimmten Räume sollen vor äußeren Störungen möglichst geschützt sein, sie sollen feste, erschütterungsfreie Aufstellungen gestatten. Daraus ergibt sich, daß sie vor allem in das Sockelgeschoß und das Erdgeschoß zu legen, daß sie von den Vorlesungs- und Praktikumsräumen, aber ebenso von Werkstätten, Maschinenräumen und dergleichen möglichst zu trennen sind. Dementsprechend gliedert sich der Bau, dessen Hauptachse im wesentlichen west-östlich gerichtet ist, in einen nach Westen, der Straße zu

liegenden Vorbau und einen nach Osten liegenden, von der Straße abgewandten Hauptbau. Der Vorbau enthält im Sockelgeschoß die Werkstätten, die Kessel- und die Kohlenräume der Heizanlage und einen Teil der Heizerwohnung, im Erdgeschoß einen kleineren Hörsaal mit Vorbereitungszimmer und Sammlungsraum, im ersten Stock den großen Hörsaal für die Vorlesungen über Experimentalphysik. Der Hauptbau enthält im Kellergeschoß, Sockelgeschoß, Erdgeschoß und ersten Stock Räume für wissenschaftliche Arbeit, außerdem im Sockelgeschoß die Wohnung, im Erdgeschoß neben der Treppe das Dienstzimmer des Hausverwalters, im ersten Stock Sammlung und Bibliothek; im zweiten Stock befinden sich die Zimmer für die praktischen Übungen. Das Dachgeschoß ist so ausgebaut, daß darin Räume für den Unterricht in physikalischer Handfertigkeit[1]), ein Zimmer für die historische Sammlung, ein für Übungen in Radiologie und Elektronik bestimmtes Zimmer und ein photographisches Zimmer mit Dunkelkammer eingerichtet werden konnten. Über dem Dachgeschoß befindet sich ein zu wissenschaftlichen Zwecken dienendes Turmzimmer. Akkumulatoren- und Maschinenraum liegen außerhalb des Hauptgebäudes in einem Zwischenbau, der mit seinem flachen Dache bis zur Mitte des Erdgeschosses sich erhebt. Vorbau und Hauptbau haben gesonderte Eingänge; der des Vorbaues liegt der Straße zugewandt an der Westseite des Gebäudes; eine an die westliche Außenwand sich lehnende Treppe vermittelt den Zugang zu den Hörsälen; eine Störung der wissenschaftlichen Arbeiten durch die Besucher der Vorlesungen ist daher ausgeschlossen. Die Disposition der Räume im einzelnen ergibt sich aus den Grundrissen der Tafel I.

II. Ausführung des Baues.

Der Neubau des physikalischen Institutes in Göttingen ist nach einem im Ministerium der öffentlichen Arbeiten unter Leitung des Herrn Wirklichen Geheimen Oberbaurat Thür ausgearbeiteten Entwurf ausgeführt worden. Die örtliche Bauleitung lag in Händen des Regierungsbaumeisters Kropp. Das Gebäude hat bei einer Länge von ca. 53,5 m 830 qm bebaute Fläche und außer dem Kellergeschoß vier Stockwerke und ein ausgebautes Dachgeschoß. Die von den Laboratorien eingenommene Fläche beträgt etwa 900 qm. Die Baukosten belaufen sich einschließlich der inneren Einrichtung und der Außenanlagen, jedoch ausschließlich Grunderwerb auf ca. 353 000 Mark. Der Neubau steht auf einer fast ebenen, gleichmäßig starken sehr tragfähigen Kies-

1) Vgl. die Anmerkung am Schlusse der Beschreibung.

schicht, die sich etwa 1 m unter dem Grundwasser befindet. Demnach mußte das ganze Gebäude (sehr zugunsten seiner Standfestigkeit) ein 1 m hohes, gleichmäßiges Betonfundament unter der Kellersohle erhalten. Im Keller war zu Anfang nur ein Raum für konstante Temperatur vorgesehen, sonst sollte er lediglich zur Aufnahme von Rohrleitungen aller Art benutzt werden. Später aber ergab sich die Notwendigkeit, Vorratsräume für die Dienstwohnungen im Keller unterzubringen. Da aber das Grundwasser zeitweise bis 30 cm über die Kellersohle anstieg, mußte eine nachträgliche, sehr kostspielige Grundwasserisolierung ausgeführt werden, welche übrigens auch durch gesundheitliche Interessen wegen der im Sockelgeschoß befindlichen Dienstwohnungen gefordert wurde. Zu der Isolierung ist dreifach übereinander geklebtes Papyrol auf 10 cm starker Betonsohle verwendet worden; dieses wurde an der vorher mit Zement geputzten Wand noch ca. 60 cm hochgeführt und mit einer $\frac{1}{2}$ Stein starken Ziegelrollschicht übermauert.

Entwurf und Ausführung waren von dem Grundsatz geleitet, alles architektonische Beiwerk möglichst einzuschränken, zugunsten weitestgehender Berücksichtigung aller praktischen Forderungen. Demnach ist das Äußere schlicht in Ziegelrohbau mit sparsamer Verwendung von Sandstein zu einzelnen Architekturteilen ausgeführt. Das Dach ist mit Moselschiefer in deutscher Art gedeckt. Alle äußeren Klempnerarbeiten sind aus Kupferblech hergestellt. Bei dem inneren Ausbau sollte abgesehen von den notwendigen Verankerungen des Gebäudes die Verwendung größerer Eisenmassen tunlichst vermieden werden. Demnach sind die Zwischendecken bei möglichster Vermeidung von I-Trägern in den unteren Stockwerken ganz, in den oberen Stockwerken noch teilweise aus Ziegelsteinen oder Beton ohne Eiseneinlagen gewölbt, so z. B. unter dem Experimentiertisch des großen Hörsaales. Die übrigen Zwischendecken der oberen Stockwerke sowie die Dächer sind durchweg aus Holz konstruiert, und zwar sind die Balkenlagen mit 750 (statt 500) kg Gesamtlast pro Quadratmeter berechnet worden, weisen also sehr große Querschnitte auf. Vollkommen eisenfrei sind nur zwei Räume im I. Stockwerk gehalten. Im übrigen Gebäude sind nur die Heizungs-, Gas- und Druckluftanlagen aus Eisen, die Wasserleitungs- und Entwässerungsanlagen dagegen fast durchweg aus Blei oder Ton hergestellt. Zur Erzielung möglichst erschütterungsfreier Standplätze für feine Meßinstrumente sind in fast allen wissenschaftlichen Arbeitsräumen, sowie in den Hörsälen Festplatten verschiedener Größe aus hartem Sollinger Sandstein teils in den Fußböden angebracht, teils an den Wänden in Tischhöhe eingemauert worden. Aus gleichem Material sind die zahlreichen Wagetische und unteren Platten der Digestorien hergestellt. Als Fußbodenbelag ist in den meisten Arbeits-

räumen zwecks möglichster Fugenlosigkeit Linoleum auf Zement- oder Gipsestrich gewählt worden. Nur einzelne Räume haben vollkommen fugenlosen Steinholzestrich neueren Systems (Xylopal auf Dachpappe und dünner Sandschicht) erhalten mit ausgerundeten Sockelleisten aus gleichem Material. Die übrigen Räume haben Eichen- oder Pitsch-Pineholzfußboden, die Flure und Aborte Terrazzo oder Fliesenbelag erhalten. Decken und Wände sind durchweg glatt geputzt. Alle Außenfenster sind aus Eichenholz, die Innenfenster und Türen aus Kiefernholz. Zur Verdunkelung dienen teils einfache seitlich übereinander zu ziehende Vorhänge aus Moltonstoff, teils Rollvorhänge in Holzrahmenführungen. Die Rollvorhänge sind bei gewöhnlichen Fenstergrößen aus Wachstuch hergestellt und mit Handbetrieb versehen; bei dem kleinen, dreifenstrigen Hörsaale werden die zwei den Zuhörern zunächst liegenden Fenster mit Hilfe derselben Zugvorrichtung gleichzeitig verdunkelt; bei den großen Hörsaalfenstern sind die Rollvorhänge aus schwarz imprägniertem Segeltuch angefertigt und haben gemeinsamen elektrischen Motorbetrieb. Die Zentralheizung, an welche die beiden Dienstwohnungen nicht angeschlossen sind, ist eine Warmwasserheizung nach System Reck; das Wasser wird dabei indirekt erwärmt mit Hilfe zweier Niederdruckkessel; bei geringer Kälte durch Dampfheizschlangen in dem sogenannten Vorwärmer, bei größerer Kälte durch direktes Einführen des Dampfes. Als Heizkörper sind durchweg glatte Reihenglieder (Radiatoren) verwendet, welche teils in Fensternischen, teils an Innenwänden aufgestellt sind, letzteres namentlich in Arbeitsräumen, um deren wertvolle Fensterplätze nicht zu verlieren. Die Verteilungsleitung liegt im Dachgeschoß, dessen weniger benutzte Räume hierdurch etwas temperiert werden sollen. Nur die Dunkelkammer ist mittels Radiator an die Zentralheizung angeschlossen, da ein leuchtender Heizofen hier ausgeschlossen war. Die Rücklaufleitung liegt im Keller und ist gegen Wärmeverluste isoliert. Einige in der Nähe der Räume für konstante Temperatur befindliche Heizungsrohre sind durch doppelte Seidenzopfisolierung mit Luftschicht möglichst vollkommen gegen Wärmeabgabe geschützt worden. Die Decke jener Räume hat gegen die darüber befindlichen Räume des Sockelgeschosses eine Korkisolierung (unter dem Linoleumbelag) erhalten. Wasserleitung mit je mehreren Zapfhähnen und Ausgußbecken und zwar meist nach dem System March haben fast alle Institutsräume bis ins Dachgeschoß hinein erhalten. Außerdem sind in jedem Stockwerk ein bis zwei Räume mit einer Regenwasserleitung verbunden, deren Reservoir im Dachboden an höchster Stelle (unmittelbar über dem Expansionsgefäß der Heizung, also in einem stets temperierten Raum) aufgestellt ist. Es wird mittels einer durch einen kleinen Elektromotor getriebenen Saug- und Druckpumpe von der Zisterne aus gespeist. Dieselbe Pumpe

kann auch zur Füllung der Kessel und des Rohrsystems der Zentralheizung benutzt werden. An die Wasserleitung sind in verschiedenen Räumen JUNKERSche Wasserschnellwärmer und kleine Wasserstrahlluftpumpen angeschlossen. Auch sind die meisten Digestorien außer mit Gasschlauchhähnen auch mit einem Wasserzapfhahn versehen worden. Gasleitung und zahlreiche Schlauchhähne haben fast alle Räume des Institutes erhalten. In einigen an die Zentralheizung angeschlossenen Arbeitsräumen sind außerdem Gasöfen aufgestellt worden, um sie auch unabhängig von der Zentralheizung erwärmen zu können.

An baulichen Einrichtungen zur Erleichterung der späteren elektrischen Anlagen verdient erwähnt zu werden, daß im Hauptflur an möglichst zentraler Stelle ein Wandschlitz von 1,75 m Breite und $^1/_2$ Stein Tiefe durch alle Stockwerke ausgespart ist zur Aufnahme der verschiedenen vertikalen Leitungen. Außerdem sind an solchen Stellen, wo zahlreiche horizontale Wanddurchführungen von elektrischen Leitungen vorauszusehen waren, z. B. am Akkumulatorenraum und über allen Türen, eine Reihe Lochsteine eingemauert worden, um die späteren Stemmarbeiten möglichst einzuschränken.

III. Beleuchtung der Institutsräume.

Die Korridore und die Nebenräume des Institutes werden im wesentlichen mit Gasflammen beleuchtet, nur zu zeitweiser, rascher Erhellung sind einzelne elektrische Glühlampen angebracht. Alle übrigen Räume haben nur elektrische Beleuchtung. Zur Erleuchtung der Arbeitsräume und des kleinen Hörsaales dienen Nernstlampen und Glühlampen, der Zuhörerraum des großen Hörsaales wird durch vier Bogenlampen, der Experimentierraum durch sechs Nernstlampen und zehn Glühlampen beleuchtet. Im kleinen Hörsaal dienen zur Beleuchtung der Sitzreihen drei Paar Nernstlampen, zu der des Experimentiertisches drei Nernst- und vier Glühlampen. Zur elektrischen Beleuchtung ist das Institut an die städtische Zentrale angeschlossen.

IV. Fest aufgestellte Elektromotoren.

Der Strom der Zentrale dient außerdem zum Betriebe der folgenden Motoren, die zu bestimmten Zwecken fest aufgestellt sind.

1. Elektromotor $M1$ mit einer Leistung von 13 PS und einer normalen Tourenzahl von 1500 in 1 Minute. Er treibt die im Maschinenraum aufgestellten Dynamomaschinen und einen Luftkompressor; dieser liefert Druckluft mit einer Spannung von 10 Atmosphären.

2. Ein zweiter Motor von 4 PS bewegt den mit einer Förderhöhe von 16,15 m vom Sockelgeschoß bis zum Dachgeschoß gehenden Aufzug, der zur Beförderung von Personen und von Lasten dient; er ist für eine Nutzlast von 500 kg gebaut, der Fahrkorb hat eine Grundfläche von 1,30 × 1,18 m und Hebelsteuerung, so daß er in jeder Lage festgehalten werden kann.

3. Der dritte Elektromotor (0,5 PS) treibt eine Pumpe, durch welche das in einer Zisterne sich sammelnde Regenwasser in ein unter dem Dache befindliches Sammelbecken geschafft wird.

4. Zwei weitere Elektromotoren sind in der Werkstätte aufgestellt, der eine mit 1/2 PS treibt die beiden Drehbänke, der andere mit 1 PS eine Kreissäge.

5. Endlich werden auch die Verdunklungsvorhänge des großen Hörsaals durch einen Elektromotor auf und ab bewegt.

V. Elektrische Anlage zu Zwecken des Unterrichtes und der Forschung.[1])

1. Stromquellen.

Zu Versuchszwecken stehen die folgenden Stromquellen zur Verfügung.

a) Das Netz der städtischen Zentrale, das nach dem Dreileitersystem angeordnet ist. Zwischen dem Mittelleiter und den Außenleitern liegen Spannungen von je 220 Volt. Dies ist auch die Spannung der Netzanschlüsse, die sich in allen Räumen des Instituts befinden; bei einem Teil davon sind die Zuleitungen auf eine maximale Stromstärke von 20 Ampère, bei einem anderen auf eine solche von 6 Ampère berechnet.

b) Drei größere Akkumulatorenbatterieen *A*, *B*, *C*. *A* und *B* bestehen aus je 30 Elementen mit einer Kapazität von 108 Ampèrestunden und einer maximalen Stärke des Entladestromes von 30 Ampère. Die Batterie *C* enthält 40 Elemente. Sie sollte aus den alten Batterieen des Instituts zusammengesetzt werden; aber nach dem Transport erwiesen sich nur noch 20 von den schon 13 Jahre alten Elementen als brauchbar; an Stelle der übrigen wurden 20 neue Elemente derselben Art wie bei *A* und *B* angeschafft. Die Batterie *C* zerfällt daher in zwei ungleichartige, aus den neuen und aus den alten Elementen bestehende Hälften. Die Kapazität der alten Elemente beträgt 72 Ampèrestunden, die maximale Stärke des Entladestromes 23 Ampère. In sämtlichen Batterieen sind die Elemente zu Gruppen von je fünf vereinigt, die Batterieen *A*

1) Ausgeführt von Gebrüder RUHSTRAT, Elektrizitätsgesellschaft in Göttingen.

und *B* können auf eine Klemmenspannung von 10, 20, 30 und 60 Volt, die Batterie *C* auf 10, 20, 40 und 80 Volt geschaltet werden. Die Schaltung geschieht mit Hilfe von Quecksilberschaltern, deren einer durch Abbildung 2 dargestellt ist.



Abb. 2.

c) Die Lokalbatterieen *a*, *b*, *c*, *d*. Zu gleichzeitiger Abnahme von Strömen mit kleinerer Spannung an einer größeren Zahl von Stellen dienen die vier Lokalbatterieen. Sie bestehen aus je fünf Elementen von derselben Art wie bei *A* und *B*. Die Lokalbatterieen sind mit einem Vierleitersystem verbunden, so daß zwischen dem ersten und zweiten und ebenso zwischen dem zweiten und dritten Draht eine Spannung von 2 Volt, zwischen dem dritten und vierten Draht eine Spannung von 6 Volt liegt.

d) Die Universaldynamo *U*. Die 2 polige Maschine ist im Maschinenraum aufgestellt und wird durch den Motor *M*1 angetrieben. Bei einer normalen Tourenzahl von 1500 liefert sie bei Gleichstrom 5 K. W. mit einer Spannung von 280 Volt; bei Wechselstrom, Zweiphasenstrom und Dreiphasenstrom betragen die Leistungen beziehungsweise 3,5—5—4,5 K. W., die entsprechenden Spannungen 200, 200, 173 Volt. Die Frequenz der Wechselströme ist gleich 50.

e) Wechselstrom von dem mit Wechselstromringen versehenen Motor *M*1. Mit einer Tourenzahl von 1500 entwickelt der Motor eine Leistung von 7,5 K. W., bei einer Spannung von 300 Volt und einer Frequenz von 50.

f) Hochspannungsbatterieen. Es sind drei mit I, II, III bezeichnete Batterieen vorhanden. In allen sind die Elemente zu Gruppen von je 80 vereinigt, sie können daher auf eine Spannung von 160 Volt geschaltet und mit der Spannung des städtischen Netzes geladen werden. Batterie I stammt von KLINGELFUESS, die Batterieen II und III von BORNHÄUSER. Die Batterieen I und III bestehen aus je 16 Gruppen und im ganzen aus je 1280 Elementen, die Batterie II aus 20 Gruppen mit 1600 Elementen.

g) Hochspannungsdynamo. Eine letzte Stromquelle ist endlich durch eine im Maschinenraum aufgestellte Hochspannungsmaschine gegeben. Bei einer Tourenzahl von 1200 und bei Erregung der Feldmagnete durch die 220 Volt-Spannung des

städtischen Netzes erzeugt sie eine Spannung von 3000 Volt mit einer maximalen Stromstärke von 1 Ampère.

2. Die Verteilung der Ströme mit Niederspannung und die Verteilungsschalttafeln.

Die Leitungen für Niederspannung bilden zwei voneinander getrennte Systeme; das eine ist das System der Starkstromleitung für die Akkumulatorenbatterieen *A, B, C,* die Universaldynamo *U* und die Wechselströme des Motors M1, das zweite ist das Vierleitersystem der Lokalbatterieen.

a) Die Starkstromleitung für die Stromquellen *A, B, C, U* und *M*1. Zur Verteilung der von diesen Quellen kommenden Ströme sind sämtliche Räume des Instituts in 8 Gruppen geteilt; bei der Teilung waren die Lage und der zu erwartende Stromverbrauch der einzelnen Räume maßgebend.

Die Verteilung der Stromquellen auf diese Gruppen I—VIII erfolgt mit Hilfe der Verteilungsschalttafel, die auf Tafel II in der schematischen Übersicht des ganzen Netzes mit gezeichnet ist. Die Pole der vorhandenen Stromquellen sind verbunden mit Steckkontakten der ersten Horizontalreihe, die Kontakte der ersten Vertikalreihe sind verfügbar für etwa noch hinzukommende Stromquellen. Die Kontakte des übrig bleibenden Rechteckes verteilen sich auf die Zimmergruppen. Die Zahl der einer Gruppe zugewiesenen Kontakte hängt ab von der Bestimmung der zugehörigen Räume. Die Verbindungen erfolgen mit Hilfe von Stöpselschnüren.

Die Gruppenschalttafeln. Die Verteilung des Stromes auf die einzelnen Zimmer einer Gruppe erfolgt mit Hilfe von 8 Gruppenschalttafeln, die auf Tafel II in schematischer Weise gezeichnet sind. Von den Kontakten einer bestimmten Gruppe auf der Verteilungsschalttafel führen Drähte nach entsprechenden Kontakten der Gruppenschalttafel; diese Kontakte liegen in den beiden oberen Horizontalreihen der Tafel. Von der Gruppenschalttafel führen Drähte nach den verschiedenen Zimmern der Gruppe; die ihnen entsprechenden Kontakte liegen in den unteren Reihen der Tafel. Dabei ist das Prinzip festgehalten, daß alle einzelnen im Institut verlegten Leiter von 1 an durchgezählt sind. Alle freien Enden eines und desselben Leiters sind mit der ihm zugehörigen Nummer bezeichnet. Steckkontakte der Verteilungsschalttafel und einer Gruppenschalttafel, die durch einen Draht verbunden sind, tragen also dieselbe Nummer, ebenso die Anschlußkontakte in den Zimmern und der damit verbundene Steckkontakt der Gruppenschalttafel. Die Zählung ist so vorgenommen, daß bei einem Paare zusammengehörender Leiter die ungerade Nummer links, die gerade rechts steht. Die Verbindungen werden so gemacht, daß in den Zuleitungen der Ströme die negativen

Pole immer links, die positiven rechts liegen. Jedem Gruppenkontakte der Verteilungsschalttafel entsprechen in der Gruppenschalttafel zwei übereinanderliegende mit derselben Zahl versehene Steckkontakte; dadurch ist es ermöglicht, dieselbe Stromquelle in zwei verschiedenen Zimmern einer Gruppe gleichzeitig zu verwenden.

b) Die Verteilung der Lokalströme. Die im Akkumulatorenraum aufgestellten Lokalbatterieen *a* und *b* liefern Strom für die Gruppen I, II, III und IV; die im ersten Stock befindlichen Batterieen *c* und *d* für V, VI, VII und VIII. Von den Batterieen *a* und *b* führen in der schon angegebenen Weise Vierleiter nach einer Lokalschalttafel (*a*, *b*), die auf Tafel II in schematischer Weise gezeichnet ist. Auf ihr befinden sich in den beiden oberen Horizontalreihen, vertikal über einanderliegend, Doppelkontakte für die von *a* und *b* kommenden Vierleiter, in den unteren Horizontalreihen die entsprechenden 4 Kontakte für jede der Zimmergruppen I, II, III und IV. Es ist also möglich, ein und dieselbe Lokalbatterie nach zwei verschiedenen Gruppen gleichzeitig zu schalten, oder beide Batterieen hintereinander oder parallel geschaltet in einer Gruppe zu benutzen. Die Verteilung der von den Batterieen *c* und *d* gelieferten Ströme erfolgt natürlich in derselben Weise. Endlich mag noch erwähnt werden, daß die Batterieen *c* und *d* auch an das in dem vorhergehenden Abschnitte beschriebene Verteilungsschaltbrett zu legen sind. Von dort aus können sie für sich allein oder zur Verstärkung der Batterieen *A*, *B* und *C* nach jeder der 8 Gruppen geschaltet werden.

3. Die Hochspannungsleitung.

Die Anlage der Hochspannungsleitung ist dadurch bestimmt, daß die Batterieen I und II im Erdgeschoss, die auf zwei Schränke verteilte Batterie III im ersten Stock aufgestellt sind. Die Batterieen I und II versorgen zunächst das Sockelgeschoß und das Erdgeschoß mit Spannung. Zu diesem Zwecke sind die in Betracht kommenden Räume in zwei Gruppen geteilt. Die Verteilung erfolgt mittelst einer Verteilungs- und zweier Gruppenschalttafeln. Das Schema der ersteren gibt Abb. 3. Die Kontakte der unteren Horizontalreihe sind mit den Polen der Batterieen I und II und mit den Polen der Hochspannungsdynamo verbunden. Darüber be-

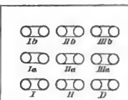


Abb. 3.

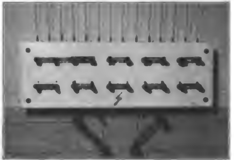


Abb. 4.

finden sich Kontakte von Doppelleitungen nach den Gruppenschalttafeln. Es können also den Gruppen gleichzeitig und unabhängig die Spannungen der Batterieen I und II zugeführt werden.

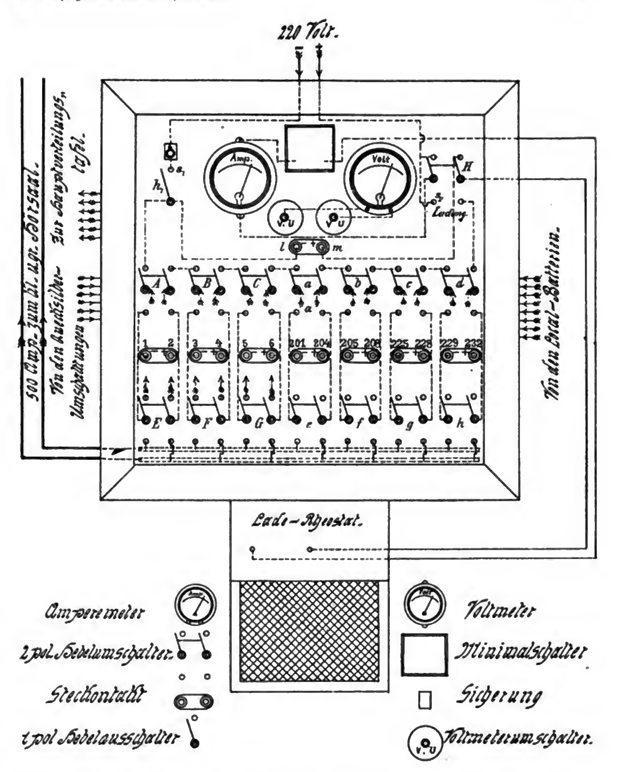
Die Batterie III mit ihren Hälften III *A* und III *B* ist zunächst zur Benutzung im ersten Stockwerk bestimmt. Die einfache, hierbei dienende Schalttafel ist durch Abb. 4 dargestellt. Vier Kontakte der unteren Horizontalreihe sind mit den Polen der Batteriehälften III *A* und III *B* verbunden; die übrigen führen zu den Zimmern des ersten Stockes. Außerdem aber ist die Schalttafel mit der Verteilungsschalttafel im Erdgeschoß durch zwei Leitungen verbunden, die gleichfalls mit III *A* und III *B* bezeichnet sind. Mit ihrer Hilfe kann man die Batteriehälften III *A* und III *B* an die Verteilungsschalttafel legen, was bei der Ladung der Batterie sehr bequem ist, man kann aber auch mit Hilfe dieser Verbindungen die mit der Verteilungsschalttafel direkt verbundenen Hochspannungen im ersten Stocke benutzen.

4. Die Ladeschalttafeln.

a) Ladung der Akkumulatorenbatterieen mit Niederspannung *A, B, C* und *a, b, c, d.* Die erforderlichen Schaltungen sind mit Hilfe der Ladeschalttafel (Tafel III) auszuführen.

Die Pole der einzelnen Batterien sind mit den unter den Buchstaben *A, B, C, a, b, c, d* gezeichneten Kontaktpaaren verbunden. Diese sind zugleich Drehungspunkte von Hebelumschaltern, die der Einfachheit halber mit denselben Buchstaben bezeichnet werden sollen. Legt man die Umschalter alle nach oben, so sind sämtliche Batterieen hintereinander geschaltet. Man kann aber auch beliebige Batterieen ausschalten, indem man den zugehörigen Schalthebel offen läßt und die entstehende Lücke durch ein Kurzschlußstück überbrückt. Die Pole der städtischen Spannung von 220 Volt liegen bei s_1 und s_2. Zum Zwecke der Ladung muß man die Batterieen auf eine angemessene Spannung schalten; man legt dann den Hebelumschalter *H* nach unten und schliesst den Strom mit Hilfe des Schalters h_1. Der Strom geht durch ein Ampèremeter, einen Regulierwiderstand und einen Minimalausschalter. Die Spannungen der Batterieen werden mit einem auf der Schalttafel angebrachten Voltmeter und mit Hilfe eines Voltmeterumschalters gemessen.

Die Ladeschalttafel gibt aber auch die Möglichkeit, die Lokalbatterieen mit Hilfe der Batterieen *A, B* oder *C* zu laden. Die Pole der Lokalbatterieen sind verbunden mit den Kontakten (201, 204) — (205, 208) — (225, 228) — (229, 232). Mit Hilfe von Stöpselschnüren können die Lokalbatterieen hintereinander auf eine



Schaltungsschema für Ladeschalttafel.

Verlag von B. G. Teubner, Leipzig.

Spannung von 40 Volt geschaltet werden. Legt man die Hebelumschalter *A* und *B* nach unten, die Umschalter *E* und *F* nach oben, so sind die Pole der Batterieen *A* und *B* verbunden mit den Kontakten (1,2) und (3,4). Schaltet man die Batterieen einzeln auf 30 Volt, so geben sie durch Verbindung von 2 und 3 die Spannung von 60 Volt zur Ladung der Lokalbatterieen. Um zu laden, verbindet man die Kontakte 1 und *l*, *m* und 201, 232 und 4 durch Stöpselschnüre. Legt man den Hebelumschalter *H* nach oben, so ist der Strom geschlossen und geht wieder durch Ampèremeter, Regulierwiderstand und Minimalausschalter. Einzelne Teile der Lokalbatterieen können mit Hilfe der Hörsaalschalttafeln geladen werden. Außer zum Laden dient die Ladeschalttafel aber noch zu zwei anderen Zwecken. Einmal werden dadurch, daß die Umschalter *A*, *B*, *C* nach unten, *E*, *F*, *G* nach oben gelegt werden, die Pole der Batterieen *A*, *B*, *C* mit den Kontakten (1,2) — (3,4) — (5,6) und mit den zugehörigen Kontakten der Verteilungsschalttafel verbunden; es sind also erst jetzt die Batteriespannungen an die Verteilungsschalttafel gelegt. Zweitens können dadurch, daß man die Umschalter *A*—*d* und die Umschalter *E*—*h* alle nach unten legt, sämtliche Gruppen von je 5 Elementen parallel an zwei Schienen gelegt werden, die von der Schalttafel aus nach den Hörsälen gelegt sind. Man kann dann Ströme von etwa 500 Ampère den Schienen entnehmen.

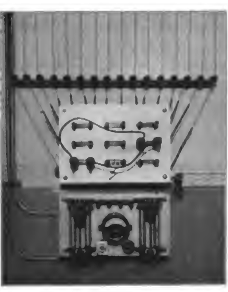


Abb. 5.

b) Ladung der Hochspannungsbatterieen. Die Ladeschalttafel befindet sich im Erdgeschoß unter der Verteilungsschalttafel. Eine Ansicht beider Tafeln gibt Abb. 5. Der Nullleiter und der eine Außenleiter des städtischen Netzes sind mit zwei Kontakten der Ladeschalttafel verbunden. Man verfügt also über die Spannung von 220 Volt zur Ladung der auf 160 Volt geschalteten Batterieen. Außerdem befindet sich auf der Tafel ein Ampèremeter und ein Regulierwiderstand.

5. Die Schalttafel des Maschinenraums.

Eine Ansicht davon gibt Abb. 6, eine schematische Zeichnung findet sich auf Tafel II. Schließt man den in der Mitte der Schalttafel befindlichen Schalthebel, so werden die Wicklungen des Motors M 1 mit den Außenleitern des städtischen Netzes



Abb. 6.

verbunden, der Motor wird angetrieben mit der Spannung von 440 Volt. Die Wechselstromringe des Motors sind verbunden mit Kontakten der Verteilungsschalttafel.

Der auf der rechten Seite der Schalttafel befindliche zweipolige Hebelumschalter liegt im Kreise der Universaldynamo; wird der Hebel nach unten gedreht, so liegt die Wickelung des Dynamoankers im Nebenschluß zu den Wickelungen der Feldmagnete, die Dynamo liefert Gleichstrom. Wird der Hebel nach oben gelegt, so werden die Wickelungen der Feldmagnete mit dem Nullleiter und dem einen Außenleiter des städtischen Netzes verbunden. Die Feldmagnete werden durch den einer elektromotorischen Kraft von 220 Volt entsprechenden Strom erregt, die Dynamo liefert Wechsel- oder Phasenstrom.

Mit Hilfe des auf der linken Seite der Schalttafel angebrachten einpoligen Schalthebels wird ein aus dem Nullleiter des städtischen Netzes, den Magnetwicklungen der Hochspannungsdynamo und dem zweiten Außenleiter gebildeter Kreis geschlossen. Die Feldmagnete der Hochspannungsdynamo werden dann ebenfalls mit einer elektromotorischen Kraft von 220 Volt erregt.

VI. Der große und der kleine Hörsaal.

Der große Hörsaal für die Vorlesungen über Experimentalphysik liegt, wie schon erwähnt wurde, in dem westlichen Vorbau des Instituts; seine Achse ist ost-westlich gerichtet; er hat eine Länge von 12 m, eine Breite von 12 m, eine Höhe von 6 m. Licht erhält er durch je 3 Fenster in der südlichen und in der nördlichen Wand. Der Saal bietet Raum für 150 bis 170 Zuhörer. Der Experimentierraum, Abb. 7, nimmt den östlichen Teil des Saales ein; er hat eine Gesamtbreite von 4,5 m; die Breite hinter den Experimentiertischen beträgt 1,2 m, die des Raumes vor den Tischen 2,3 m; die Bezeichnungen „vor“ und „hinter“, „rechts“ und „links“ sind, der Abbildung entsprechend, so zu verstehen, wie sie sich vom Standpunkte des Zuhörers aus ergeben. Die Tischbreite ist 1 m. Die 4 Tische sind symmetrisch zu der Achse des Saales aufgestellt. Ihre Zwischenräume sind durch eingelegte Bretter zu über-

brücken. In den Zwischenraum zwischen den mittleren Tischen können auf Schienen schwerere Apparate, ein hydraulisches Becken, ein großer Elektromagnet eingeschoben werden.

Entlang der vorderen und der hinteren Seite der Tische laufen im Fußboden zwei Kanäle, die mit Eisenplatten überdeckt sind. In den hinteren Kanal ist die Gas- und Wasserleitung zum Tische verlegt; außerdem ein von einer Wasserstrahlpumpe kommendes Rohr. In dem vorderen Kanale liegen sechs elektrische Leitungen, von denen je eine nach den beiden äußeren, je zwei nach den beiden mittleren Tischen führen.

Diesseits des vorderen Kanales liegen auf einem gewölbten Bogen drei Steinplatten zum Zwecke fester Aufstellungen.

In einem Schachte, der zwischen der mittleren Steinplatte und den Sitzen der Zuhörer liegt, mündet eine von dem Luftkompressor (vergl. IV, 1) kommende Leitung. Ein zweiter möglichst nahe an dem linken Experimentiertisch liegender Schacht vermittelt den Anschluß an die in dem Abschnitte V, 4 erwähnte Schienenleitung für 500 Ampère.

An der Decke des Hörsaales befinden sich Klappen, durch welche hindurch Gegenstände von dem über dem Saale befindlichen Boden aus aufgehängt werden können. Zu gleichen Zwecken dient die an der Hinterwand angebrachte, vom II. Stock aus zugängliche Galerie. Von den Türen, welche die Hinterwand durchbrechen, führt die rechts nach dem Vorbereitungszimmer und weiter nach der Sammlung, die links zu dem Zimmer des Direktors. In der Mitte der Wand befinden sich zwei unabhängig voneinander auf- und abzuschiebende Tafeln. Sie verdecken für gewöhnlich einen hinter der Wand befindlichen Raum, in dem der große Elektromagnet, das hydraulische Becken und



Abb. 7.

andere Apparate untergebracht sind, der aber auch, insbesondere in der Optik, zu Versuchszwecken mit verwandt wird. Zu Projektionszwecken dienen zwei Rollvorhänge, von denen einer über der Tafel, der andere in der rechten Ecke an der Decke angebracht ist; außerdem kann mit Hilfe eines Reflexionsspiegels das Bild der zu projizierenden Gegenstände auf einen Schirm geworfen werden, der an der Galerie nach unten geneigt befestigt ist. An der südlichen Außenwand des Hörsaales befindet sich ein kleiner Balkon. Auf diesem kann ein Heliostat aufgestellt werden, der das Sonnenlicht über die Mitte des Experimentiertisches hin in schicklicher Höhe reflektiert.

Der rechts von der Tafel befindliche Abzug dient gleichzeitig als Trockenschrank bei elektrostatischen Versuchen; in den davorstehenden Tisch ist eine durch Gasflammen zu heizende Steinplatte eingelassen.

Seitlich von den Türen sind an der Hinterwand des Saales zwei Schalttafeln angebracht. Die in der Abbildung nicht sichtbare auf der linken Seite trägt die Schalthebel für die Beleuchtungskörper, einen Widerstand zur Regulierung der Helligkeit der Glühlampen und einen Hebelumschalter; durch ihn wird der Elektromotor in Tätigkeit gesetzt, der die Verdunklungsvorhänge abwärts oder aufwärts bewegt.

Die Schalttafel auf der rechten Seite ist ausschließlich für den Gebrauch bei Experimenten und Demonstrationen in der Vorlesung bestimmt. Sie trägt in zwei Horizontalreihen übereinander Doppelkontakte, die mit entsprechenden Kontakten der Gruppenschalttafel V verbunden sind (vergl. hierzu die schematische Darstellung von Tafel II); mit Hilfe der letzteren können die Pole der verschiedenen Stromquellen mit der Hörsaalschalttafel verbunden werden. Nur die Spannung des städtischen Netzes mit zweimal 220 Volt ist direkt an die Schalttafel des Hörsaales gelegt. Von dieser führen nach den Vorlesungstischen die sechs schon erwähnten Leitungen, je eine nach den äußeren, je zwei nach den mittleren Tischen. Mit Hilfe der Steckkontakte der Schalttafel kann jede Stromquelle mit jeder dieser Leitungen verbunden werden. Die zur Messung von Strom und Spannung dienenden Volt- und Ampèremeter sind zu beiden Seiten der Tafel angebracht, links die Gleichstrom-, rechts die Wechselstrominstrumente. Bei Gleichstrom beträgt die maximale zu messende Stromstärke 50 Ampère, die maximale Spannung 250 Volt, die entsprechenden Zahlen für Wechselstrom sind 30 Ampère und 300 Volt. Zu Messungszwecken dienen 4 Kurbelrheostaten mit im ganzen 121 Ohm. Die Kurbelschalter nehmen die oberste Fläche der Schalttafel ein. Feinere Regulierung wird durch zwei in den unteren Ecken der Tafel angebrachte Schieberrheostaten ermöglicht, der eine mit 2,1 Ohm Widerstand ist für Ströme bis

zu 30 Ampère berechnet, während der andere mit einem Widerstand von 28 Ohm noch für Ströme von 4 Ampère zu benutzen ist. Mit Hilfe von Voltmeterumschaltern kann die Spannung zwischen zwei beliebigen Steckkontakten der Tafel gemessen werden. Die Zuleitungsdrähte für Hochspannung sind an der Galerie befestigt.

Der kleine Hörsaal ist für Vorlesungen über spezielle Gebiete der Experimentalphysik und auch über Kapitel der theoretischen Physik, welche Demonstrationen erwünscht machen, bestimmt. Er liegt unter dem großen Hörsaal, nimmt aber bei einer Länge von 12 und einer Breite von 7 m nur die größere nördliche Hälfte von dessen Fläche ein. Feste Sitzplätze sind in der Zahl von 62 auf einer bis 1 m ansteigenden Stufenreihe vorhanden, doch gestattet der Raum, weitere 12 Plätze anzubringen. Der Saal hat drei große nach Norden gelegene Fenster. Eine Tür mündet in das Vorbereitungszimmer, eine zweite in den Korridor des Laboratoriums; der Eingang für die Hörer befindet sich hinter der letzten, höchsten Sitzreihe. Der Experimentiertisch besitzt eine Länge von 4,3 m, eine Breite von 1 m; er ist, ebenso wie die Tische des großen Hörsaals, mit Zuführung von Gas und Wasser, mit den nötigen Abflüssen und mit einer Heizplatte versehen. Ein hydraulisches Becken, für gewöhnlich mit einer Holzplatte überdeckt, befindet sich in der Mitte des Tisches. Für Zuführung von Strom und Spannung ist ganz ebenso gesorgt, wie in dem großen Hörsaale; auch das Schaltbrett ist dem des großen Hörsaales nachgebildet, nur sind die zur Einschaltung der Beleuchtungskörper dienenden Hebel auf derselben Tafel angebracht, wie die zu der Experimentierleitung gehörenden Apparate. Zwei Rheostaten sind stetig bis zu 2, respektive 28 Ohm, zwei andere sprungweise bis zu 10 respektive 100 Ohm veränderlich. Das Voltmeter reicht bis 300 Volt, das Ampèremeter bis 30 Ampère. Anschlüsse an die Starkstrom- und die Druckluftleitung sind vorhanden. Zur Projektion dient ein Winkelscher Apparat, der auf einem Wandbrette am ersten Fensterpfeiler aufgestellt ist, hoch genug um den Verkehr nicht zu hindern; der zugehörige Schirm, der von der Decke abgerollt wird, mußte des beschränkten Raumes wegen leider so angebracht werden, daß die Hörer durchschnittlich unter dem Winkel von 45° auf ihn sehen.

VII. Räume für wissenschaftliche Arbeit.

Die Räume sind geteilt zwischen den beiden Abteilungen des Institutes. Die Abteilung für theoretische Physik besitzt auf der östlichen Seite des Sockelgeschosses drei Räume; bei den in der nordöstlichen Ecke liegenden ist der Fußboden erhöht, so daß darunter im Kellergeschoß noch ein Raum für konstante Temperatur für dieselbe

Abteilung eingerichtet werden konnte. Im Erdgeschoß gehören ihr, außer dem Dienstzimmer des Direktors, noch vier zweifenstrige Zimmer auf der Südseite des Gebäudes, ein einfenstriges nach Norden zu neben dem kleinen Hörsaale. Die Abteilung für Experimentalphysik besitzt im östlichen Teil des Erdgeschosses vier zusammenliegende Räume, ein zweifenstriges Zimmer nach Süden, ein einfenstriges nach Osten, ein dreifenstriges und ein einfenstriges Zimmer nach Norden. Auch die darüber liegenden Räume des I. Stockes gehören der Abteilung für Experimentalphysik; die nach Norden liegenden sind zu einem größeren Experimentiersaale vereinigt. Außerdem hat die Abteilung noch ein kleineres Zimmer im I. Stocke neben dem Treppenhause und das über dem Dachgeschosse liegende Turmzimmer zur Verfügung.

Die Beobachtungsräume sind mit Zuführung von Gas, Wasser und Druckluft, mit Leitungen für elektrischen Strom und elektrische Hochspannung in einer ihrer besonderen Bestimmung entsprechenden Weise ausgerüstet.

Zu Zwecken der Beobachtung dient auch eine über dem Treppenhause des Hauptbaues befindliche durch das Turmzimmer zugängliche Plattform. Einen eigentlichen Turm besitzt das Institut nicht, wohl aber befindet sich über dem sogenannten Turmzimmer eine zweite, den vorderen Dachfirst um 7,7 m überragende Plattform, die von den beiden inneren Längsmauern des Gebäudes getragen wird. Ihre Höhe über dem Erdboden beträgt 23 m. Bei anderen physikalischen Instituten dient der Turm zu Versuchen, bei denen eine große Höhe zur Verfügung stehen muß; diese Aufgabe erfüllt bei dem hiesigen Institute der neben dem Aufzuge im Treppenhaus des Hauptbaues liegende Schacht. Seine Höhe beträgt von dem etwa in der Höhe des Erdbodens liegenden Boden bis zu der in der mittleren Höhe des Dachgeschosses liegenden Decke 16,4 m. Suspensionsdrähte können durch Löcher in der Decke des Schachtes herabgelassen werden. Für einen davon ist die disponible Höhe auf 20 m vergrößert dadurch, daß vertikal über demselben auch die das Treppenhaus abschließende Plattform durchbrochen ist, so daß die Suspensionen von dort aus gemacht werden können. Beobachtungen können in jeder beliebigen Höhe vom Fahrstuhle aus angestellt werden mit Hilfe eines auf seiner Rückseite befindlichen Schiebefensters.

VIII. Die Gitteraufstellungen.

Bei der ungemein großen Bedeutung, welche die Spektralbeobachtungen bekommen haben, war eine erstklassige Gitteraufstellung ein dringendes Bedürfnis. Aber die recht knapp bemessenen Mittel für die instrumentelle Ausrüstung des Institutes

hätten dergleichen nicht gestattet. Wenn wir uns trotzdem jetzt zweier schöner Einrichtungen erfreuen, so verdanken wir dieselben dem freundlichen Zusammenwirken mehrerer Gönner des Institutes.

Die kleinere, bewegliche Anlage befindet sich in dem zweifenstrigen Südzimmer des Sockelgeschosses und benutzt Plangitter, von denen durch die Güte des Herrn Kommerzienrat Dr. Hauswaldt in Magdeburg dem Institut drei Rowlandsche von rund 4, 8, 11 cm Breite leihweise zur Verfügung stehen. Die Anlage ist in erster Linie zum Studinm der Vorgänge bestimmt, welche den inversen Zeemaneffekt im Spektrum begleiten, Vorgänge, für die der eine von uns die Theorie gegeben hat und für deren Beobachtung Konkavgitter ihres Astigmatismus wegen nicht besonders geeignet sind.

Das Plangitter wird benutzt in Verbindung mit einem Kollimator und einem Rezeptor von 10 cm Öffnung, ersterer von 130 cm, letzterer von 285 cm Brennweite. Die Objektive sind von Heele-Berlin aus Ultraviolett-durchlässigem Glase hergestellt, um photographische Aufnahmen außerhalb des sichtbaren Spektrums zu gestatten. Die große Länge des Rezeptors ist gewählt, um Photogramme in einer Größe zu erhalten, daß bei der Ausmessung das Korn des Negatives nicht wesentlich stört.

Die große Gitteranlage befindet sich in dem gewölbten dreifenstrigen Nordzimmer des Sockelgeschosses, das mit Doppeltüren und Doppelfenstern so gut als angängig gegen Temperaturschwankungen geschützt ist. Die inneren Fenster tragen Bleche statt Glasscheiben, der ganze Raum — Decke, Wände, Boden — ist tief rot ausgestattet.

Die Eisenteile der Gitteraufstellung, von denen Abbildung 8 die Werkzeichnung wiedergiebt, sind ein großartiges Geschenk der Firma Krupp-Essen an das Institut. Das freie Ende A des I-Schienensystems liegt in einer Nische in der Nordostecke des Zimmers fest auf und trägt auf einer ebenen horizontalen Fläche das 14 cm Rowland-Konkavgitter, das, ein Eigentum unseres Kollegen Runge, von diesem im Institut zu wissenschaftlicher Benutzung aufgestellt ist. Die gegenüberliegenden Enden B, C, D des Schienensystems ruhen auf eisernen Rollen, die ihrerseits auf horizontalen von aufgemauerten Pfeilern getragenen Eisenplatten rollen können. Sie gestatten den Schienen bei etwaigen Temperaturänderungen die spannungsfreie Ausdehnung. Mit den drei Schienen ist ein nach einem Halbkreis vom Radius 325 cm gebogener ⊏-Träger verbunden, auf den ein halbkreisförmiger ebener Ring aufgeschraubt ist. Seine sorgfältig abgedrehte obere Fläche ist zur Aufnahme der Kamera für photo-

graphische Aufnahmen bestimmt, die sich über die ganze Länge des Kreisbogens erstrecken werden.

Die Lichtquelle — also bei Beobachtungen über den direkten Zeemaneffekt

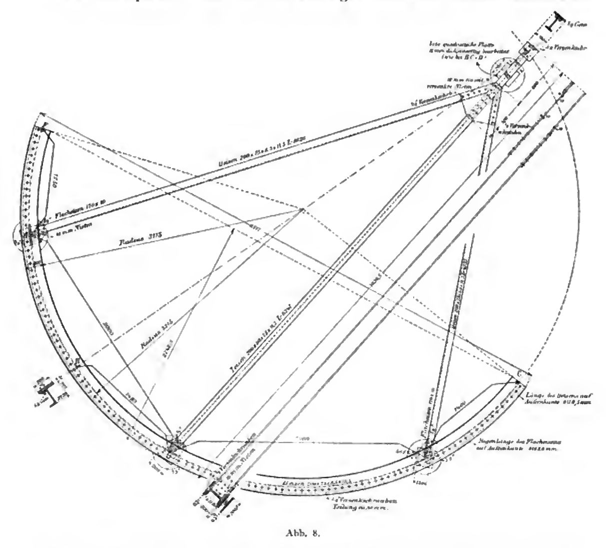


Abb. 8.

auch der Elektromagnet — findet ihren Platz in dem nach Osten liegenden Vorraume und sendet ihr Licht durch eine Öffnung in der Wand, die durch geeignete Schieber beliebig zu verkleinern ist, nach dem großen symmetrisch zu öffnenden Spalt, der sich auf der Kreisringplatte der Gitteraufstellung befindet. Die Verhältnisse sind so gewählt,

daß in dem Spektrum erster Ordnung die Wellenlängen von 20 bis 1700 $\mu\mu$ auf den Kreisring resp. in die Kamera fallen, für die zweite und dritte Ordnung entsprechend die von der Hälfte resp. einem Drittel.

IX. Die Praktikumsräume.

Bei der Einteilung der Praktikumsräume kommt in Betracht, daß die physikalischen Übungen gesondert für Mathematiker und Physiker einerseits, für Chemiker und Studierende der Naturwissenschaften andererseits abgehalten werden. Der Unterricht der ersteren ist beiden Abteilungen des Instituts gemeinsam, und zwar so, daß Mechanik und Elektrizität der Abteilung für Experimentalphysik, Optik und Wärme der für theoretische Physik zufallen. Die Übungen der zweiten Kategorie von Studierenden werden allein in der Abteilung für Experimentalphysik abgehalten. Die Praktikumsräume der Abteilung für theoretische Physik bestehen aus 3 dreifenstrigen Zimmern im östlichen Teile des Gebäudes; zwei davon dienen für optische Arbeiten, eines für Arbeiten aus dem Gebiete der Wärmelehre. Zu der Abteilung für Experimentalphysik gehört im westlichen Teile des Baues ein zweifenstriger Raum für galvanische Arbeiten, ein zweifenstriger und ein dreifenstriger für Arbeiten auf dem Gebiete der Mechanik und der Wärmelehre. Die optischen Übungen der Studierenden der Chemie und der Naturwissenschaften werden in einem einfenstrigen nach Süden gelegenen Zimmer und auf dem sonst von der Abteilung für theoretische Physik hierzu mit verwandten Korridore abgehalten. Ein zweites einfenstriges isoliert im östlichen Teile des Gebäudes liegendes Zimmer dient vorzugsweise zu Beobachtungen mit Telephon.

Für den Unterricht in physikalischer Handfertigkeit ist, wie schon erwähnt, ein Zimmer des Dachgeschosses eingerichtet worden.

Anmerkung: Die Kurse in physikalischer Handfertigkeit.

Eine ausführliche Darstellung der Ziele und der Einrichtungen des Praktikums für physikalische Handfertigkeit hat dessen gegenwärtiger Leiter, Herr Dr. BOSE, in den von KLEIN und RIECKE herausgegebenen „Neuen Beiträgen zur Frage des mathematischen und physikalischen Unterrichts an höheren Schulen" (Verlag von B. G. Teubner, Leipzig 1904) gegeben. Die folgenden Mitteilungen sind im wesentlichen seinem Aufsatze entnommen. Das Praktikum soll vor allem den künftigen Lehrern der Physik Gelegenheit geben, die manuelle Geschicklichkeit zu erwerben, die sie in ihrem späteren Berufe nur schwer entbehren. Das Verdienst, das Praktikum ins Leben gerufen zu haben, gebührt Professor Dr. KAUFMANN in Bonn. Auf Grund eines Berichtes, den er als Privatdozent unserer Universität im Jahre 1902 entworfen hatte, wurde von der Regierung eine Summe von 800 Mark zu einmaligen Anschaffungen, eine Summe von jährlich 300 Mark zur Bestreitung der laufenden Ausgaben bewilligt. Im Wintersemester 1902/1903 wurde das Praktikum zum ersten Male abgehalten. Der Unterricht wird so

gehandhabt, daß den Praktikanten die Anfertigung irgend welcher einfacher Apparate aufgegeben wird. Dabei ergibt sich von selber die Gelegenheit, sich im Hobeln, Sägen, Tischlern, Drehen, Löten, Glasblasen und dergleichen Fertigkeiten zu üben. Die Aufgaben werden auf die Praktikanten so verteilt, daß jeder im Laufe eines Semesters alle jene Arbeiten auszuführen lernt. An die Herstellung der Apparate schließen sich Vortragsübungen, in denen die Teilnehmer lernen, die selbstgefertigten Apparate einem kleinen Zuhörerkreise vorzuführen, und die für physikalische Demonstrationen notwendigen Vorbereitungen selbständig zu besorgen.



Abb. 9. Das physikalische Hauptinstitut (Nordseite).

IV.

Das Institut für angewandte Elektrizität.

Von

HERMANN TH. SIMON.

1. Geschichtliches.

Die Entwicklung der Physik führt, wie die der Menschheit überhaupt, aus einer Epoche der Höhlenwohnung, mit selbstgefertigtem primitiven Steinwerkzeug, über das Pfahlbautenzeitalter zum Zeitalter des modernen festgefügten und komfortablen Steinhauses. Nur liegt in der Physik die Steinzeit noch garnicht so weit hinter uns; und in Höhlen hausen noch heute einige Physiker, wenn es richtig ist, was ihre Berichte an die Regierungen zu melden wissen. Im ganzen allerdings leben wir im goldenen Zeitalter der mit allen Mitteln wohlversehenen massiven Institute; und zwischen den Werkzeugen des heutigen Physikers und denen der physikalischen Urgeschichte ist mindestens derselbe Unterschied, wie zwischen dem Werkzeug der modernen Industrie und der Steinaxt des prähistorischen Menschen.

Habent sua fata — die Institute. Ihre Geschichte ist ein wichtiges Stück in der Geschichte der Wissenschaft überhaupt. Und da auch in ihrer Genesis eine Art von biogenetischem Grundgesetz herrscht, so pflegt die Entwicklung eines speziellen Institutes in interessanter und oft amüsanter Weise die phylogenetische Entwicklung der Gesamtphysik zu wiederholen.

Das ist auch bei dem Institute zutreffend, von dessen Werden hier die Rede sein soll, dem ersten besonderen Institute, welches an einer deutschen Universität für angewandte Elektrizität errichtet worden ist.

Die moderne Elektrotechnik hat ihren Einzug an die Göttinger Universität gehalten mit Vorlesungen, die P. DRUDE als Göttinger Privatdozent im Sommersemester 1894 hielt. Anfang 1895 habilitierte sich darnach DES COUDRES in Göttingen und nahm, in Angliederung an das 1894 gegründete Nernstsche Institut, die Pflege der

angewandten Elektrizität durch Vorlesungen und Übungen auf. Er erhielt alsbald einen Lehrauftrag für dieses Fach, welches von da ab offiziell als Abteilung für angewandte Elektrizität an das physikalische Institut unter E. Riecke angegliedert wurde.

Mit sehr bescheidenen Hilfsmitteln hat diese Abteilung angefangen. Der Leiter war gleichzeitig Lehrer, Assistent, Mechaniker, Monteur und was sonst; die Hilfsmittel des Unterrichtes beschränkten sich auf die dürftigen elektrotechnischen Bestände der alten physikalischen Sammlung und auf mühsam Selbstzusammengebautes. Da brachte der Anfang des Jahres 1898 die Gründung der Göttinger Vereinigung zur Förderung der angewandten Physik und Mathematik, und von ihr aus der Abteilung die erste eigene Ausstattung durch Bewilligung von 15000 Mark, denen sich regelmäßige Jahreszuschüsse in Höhe von 3000—5000 Mark bald anschlossen. Ein eigener Mechaniker konnte gehalten werden; die Sammlungsschränke füllten sich mit schönen, vielfach im Institute selbstgebauten Apparaten. Akkumulatorenbatterie und Universaldynamomaschine konnten beschafft werden. Kurz, als nach Des Coudres Wegberufung im Herbst 1901 der Berichterstatter als Leiter der Abteilung eintrat, fand er sie in wohlbedachter Organisation und fröhlichem Gedeihen. 1901 griff auch die Staatsregierung mit einer Beihilfe von 12000 Mark ein; der innere Ausbau und damit das Interesse der Studierenden an dem Fach war in stetigem Wachsen.

Aber die Räume, die der Abteilung im physikalischen Institute zur Verfügung standen, wuchsen nicht mit; sie waren von Anfang an zu eng. Der Hauptraum war Hörsaal, Praktikum, Laboratorium zugleich; schon lange erforderte es eine raffinierte Ausnutzung aller drei verfügbaren Dimensionen, um die zu erquickender Reichhaltigkeit anwachsende Sammlung einigermaßen unterzubringen und doch noch ein wenig Bewegungsfreiheit zu behalten. Auch gehörte der Bau des alten physikalischen Institutes in die Epoche der physikalischen Pfahlbauten: Zu Zeiten waren die im Keller aufgestellten Akkumulatorenbatterieen nur zu Wasser zu erreichen; und es bleibt als eine der heitersten Szenen in Erinnerung der Moment, da für unser Telephonkabel eine Durchlaßöffnung in eine Außenwand geschlagen werden mußte. Der Mechaniker hatte einen dem Respekt gegen die Außenwand eines physikalischen Institutes entsprechenden Apparat an Stemmeisen und schweren Schmiedehämmern aufgeboten. Er setzt an, und bei dem ersten Schlage fliegt das Stemmeisen durch die Wand und reißt den Mechaniker fast hinterher. Die Wand war nach Altgöttinger Sitte Lehm zwischen Fachwerk und ein guter Bohrer für sie war der Spazierstock. Daß einem an dieser Fachwerkwand befestigten Spulengalvanometer zuweilen das Phosphorbronzeband zerriß, wenn ein Omnibus über die Straße holperte, darf nicht Wunder nehmen.

Unter der Wucht dieser und ähnlicher Beweismittel gegen die Unzulänglichkeit des alten Institutsbaues war die Frage eines Neubaues aus einem 25jährigen chronischen endlich in das akute Stadium gerückt. Schon die ersten Pläne sahen aber auch einen besonderen elektrotechnischen Bau neben dem neuen Hauptinstitute vor. Er mußte indeß zunächst dem Ansturm harter Finanzzeiten und dem gegen die angewandten Anwandlungen der Göttinger Universität aufziehenden technischen Gewitter weichen. So wurde 1902 das physikalische Hauptinstitut allein in Angriff genommen. Allmählich hatte sich dann nach einigem Wetterschießen die drohende Gewitterwolke verzogen. An Stelle heftigen Widerstreites gegen die Göttinger Reformpläne von Seiten der technischen Kreise trat zuerst Duldung, dann Interesse; und schon mehren sich die Zeichen, daß bald das kommen wird, was gleich hätte kommen müssen, begeisterte Zustimmung mit der Einsicht, daß diese Reformpläne nicht gegen, sondern auf der ganzen Linie für die Ehre und das Ansehen der technischen Wissenschaften und ihrer Vertreter kämpfen.

Indessen war von Göttingen aus immer wieder die Notwendigkeit eines Neubaues für die angewandte Elektrizität nach Berlin betont worden; die Göttinger Vereinigung sagte die innere Einrichtung zu mit 25000 Mark, sowie für fünf Jahre einen Jahresetat von 5000 Mark. So wurde endlich im Herbste 1904 die Einstellung der für den Bau erforderlichen 75000 Mark in den Etat von 1905 beim Finanzministerium erreicht. Der Bau hätte jetzt frühestens am 1. April 1905 begonnen werden können, zu einer Zeit, wo das neue physikalische Hauptinstitut schon bezogen werden sollte. Da übernahm der Vorsitzende der Göttinger Vereinigung, Herr Geheimrat Dr. Böttinger, in aufopfernder Weise persönlich die Haftung für den Baukostenbetrag und erwirkte so, daß sofort begonnen werden konnte. Auf Grund der Skizzen des Berichterstatters wurde der Bauentwurf vom Regierungsbaumeister Kropp, dem Bauleiter des physikalischen Hauptinstituts, gemacht; die spezielle Bauleitung wurde dann Herrn Regierungsbauführer Leiste übertragen; die Vorarbeiten wurden mit größter Beschleunigung erledigt, die Instanzen mit einer Aufsehen erregenden Geschwindigkeit passiert. Gute Geister walteten über dem Werk; so registriert die Baugeschichte:

1904: am 3. November Beginn der Erdarbeiten; am 15. November Beginn der Betonfundamente; am 21. Dezember Kellergeschoß halb aufgeführt, dann Maurerarbeiten eingestellt; 1905: am 6. März Wiederaufnahme der Maurerarbeiten; am 30. Oktober erste Vorlesung im neuen Institute und Aufnahme des Institutsbetriebes; am 9. Dezember feierliche Einweihung; 1906: am 8. Januar amtliche Übergabe an den Institutsdirektor.

Bei Gelegenheit der Institutseinweihung am 9. Dezember 1905 wurde durch ministeriellen Erlaß die Abteilung für angewandte Elektrizität als dritte Abteilung des

physikalischen Institutes einem selbständigen Direktor unterstellt und der Berichterstatter zum Direktor ernannt.

Die Gesamtaufwendungen für das Institut seit seinem Bestehen bis zur Einweihung betragen:

Von Seiten der kgl. Staatsregierung:

Seit 1897 Besoldung eines außerordentlichen Professors.

1901 außerordentliche Zuwendung von 12000 Mark.

1905 Kosten für den Neubau in der Höhe von 75000 Mark.

Von Seiten der Göttinger Vereinigung:

Für die innere Einrichtung und den laufenden Betrieb 1898—1906 45000 Mark.

Für die innere Einrichtung des Neubaues 1905 25000 Mark.

Insgesamt in 8 Jahren 157000 Mark ohne die Remunerationen an die Leiter der Abteilung.

Vom 1. April 1906 ab wird der Staat dauernd die Kosten für einen Diener, sowie für Heizung, Beleuchtung, Reinigung und Reparatur, jährlich mit 2900 Mark, tragen. Auch ist ein eigener Assistent beantragt, während bisher einer der Assistenten des Physikalischen Hauptinstitutes in der Abteilung mit tätig war.

2. Das Gebäude.

Mit Benutzung einer freundlichst gegebenen Zusammenstellung des Bauleiters, des Herrn Regierungsbauführers Leiste.

Das Gebäude ist mit Betonfundamenten auf tragfähiger Kiesschicht gegründet, hat in Abmessungen von rund 18×20 m 360 qm bebaute Fläche und besteht aus Keller-, Erd- und Obergeschoß mit 3,0 m, 4,25 m und 4,25 m Konstruktionshöhen.

Im Äußeren (vergl. Abb. 1) ein Ziegelrohbau, erinnert es in seinen Architekturformen und mit seinem flachen Holzzementdach an oberitalienische Backsteinbauten. Weißer Fugenverstrich und sparsam verteilte Musterungen beleben die Flächen und Überkragungen; Lisenen und Risalite, sowie die Sohlbänke, das Hauptsims und die Brüstungsabdeckungen in gelblich weissem Sintelsandstein gliedern den Bau.

Die Fußböden bestehen im Kellergeschoß aus Beton mit Zementestrich, nur der Akkumulatorenraum besitzt einen säurefesten Asphaltfußboden. Erd- und Obergeschoß haben Linoleumbelag auf Zementestrich erhalten, mit Ausnahme der Werkstatt, für die Eichenriemen in Asphalt gewählt wurde, und mit Ausnahme von Flur, Garderobe und Abort, wo Terrazzo verwendet ist.

Die Decken sind im Kellergeschoß größtenteils aus Zementbeton zwischen I-Trägern gestampft. Sonst aber sind im ganzen Gebäude Koenensche Plandecken zwischen I-Trägern mit einer Holzverschalung und Rohrputz verwendet worden, um überall leicht an den Decken die zahlreichen Leitungen der elektrischen Anlage anschrauben zu können. Zur Durchführung der Leitungsdrähte durch die Mauern haben schon im Rohbau eingemauerte Lochsteinschichten in Höhe der Decken-Unter-



Abb. 1. Das Institut für angewandte Elektrizität.

kante die spätere Installation außerordentlich erleichtert und die Stemmarbeiten wesentlich eingeschränkt. Gleichen Zweck verfolgten auch Aussparungen der Decken in jedem Raume.

Die Treppe besteht aus Zementeisenstufen mit Linoleumbelag und bronzenen Prinsko-Vorstoßschienen.

Die rechteckigen Fensteröffnungen von 243 cm Höhe und 164 cm Breite reichen fast bis unter die Decken und geben so ein reiches von oben fallendes Licht. Die Fenstergliederung (siehe Abb. 1) ist so gewählt, daß der untere Teil bis zur

Höhe des ersten Kämpfers fest ist, so daß beim Öffnen am Fenster stehende Apparataufstellungen nicht gestört werden. Die Fenster sind größtenteils in Eichenholz ausgeführt worden, ebenso die Außentüren. Die Innentüren und sonstige Tischlerarbeiten in Kiefernholz.

Decken und Wände sind mit Leimfarbe weiß gestrichen; die Wände außerdem in Schulterhöhe mit einem roten Ölfarbensockel und Fries versehen. Als Friese sind meist stilisierte Oszillographenkurven ausgebildet worden (vergl. Abb. 2), ein Beitrag zu dem Thema: „Die Kunst in der Physik". Alles Holzwerk ist grün lasiert und lackiert.

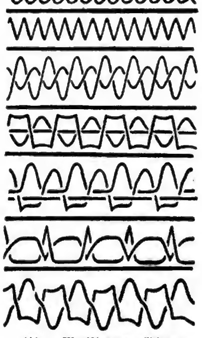


Abb. 2. Wandfriese aus stilisierten Oszillographenkurven.

Eine Niederdruckdampfheizung mit einem Warmwasserumlauf für die Heizung einiger Räume des Kellergeschosses, erwärmt durch zwei Strebel-Gegenstrom-Gliederkessel sämtliche Räume des Erd- und Obergeschosses, die mit glatten Reihengliedern auf Wandkonsolen ausgestattet sind. Die Heizkörper wurden möglichst so angebracht, daß in jedem Zimmer wenigstens ein Fensterplatz von der Heizung frei blieb. Werkstatt, Direktor- und Assistentenzimmer besitzen außerdem noch Gasöfen, um diese Räume auch unabhängig von der Zentralheizung erwärmen zu können Die isolierte Hauptdampfverteilung und die Kondensleitung liegen im Keller an der Decke. Eine künstliche Frischluftzuführung ist nur für das Praktikum und den Hörsaal vorgesehen worden.

Die meisten Räume sind an die Gas- und Wasserleitung angeschlossen worden und mit Doppelschlauchhähnen für das Gas, tönernen Ausgußbecken (nach dem System March) mit je zwei Zapfhähnen für das Wasser versorgt.

Zur Verdunklung der Räume dienen übereinandergreifende Fensterzugvorhänge aus dichtem roten Moltonfries, die seitlich lichtdicht auf Leisten genagelt sind. Oben wird durch einen Überhang und unten durch eine in einfacher Weise übergespannte Schnur ein völlig lichtdichter Abschluß erreicht. Diese Verdunklungseinrichtung hat sich im alten Institute seit Jahren als tadellos bewährt und ist m. E. jeder anderen vorzuziehen, namentlich wenn man ihre geringen Kosten in Rechnung setzt (pro Fenster 30 Mark).

Der Hörsaal, mit leicht ansteigendem Podium, bietet für 72 Zuhörer Raum und wird nur durch ein Oberlicht erhellt, dessen horizontaler Teil mit stark lichtzerstreuendem Ornamentglas verglast ist.

3. Allgemeine Anordnung der Räume.

Im Kellergeschoß (Abb. 3) nimmt die Zentralheizung mit dem Kesselraum und dem Kohlenkeller zwei Räume ein. Ein luftiger und heller Raum ist für die Akkumulatorenbatterien bestimmt; der Schaltraum enthält Lade- und Schalteinrichtung für diese Batterieen (Abb. 3, 1—5), den Motor des elektrischen Aufzugs und die Trommel (Abb. 3, 6) mit dem Telephonkabel. Nur ein kleines Laboratorium, mit besonderer Einrichtung für chemische Arbeiten, ist vorläufig im Kellergeschoß eingerichtet, doch bilden die jetzt als Lager- und Vorratsräume benutzten Zimmer eine gute Reserve. Den vorderen Vorratsraum verbindet ein elektrisch betriebener Lastenaufzug von 250 kg Tragfähigkeit mit der darüber liegenden Werkstatt und dem Vorbereitungszimmer im Obergeschoß.

Im Erdgeschoß (Abb. 4) hat man beim Eintritt rechts die Garderoben und Toilettenräume, links die geräumige und helle Werkstatt. Um die durch zwei Stockwerke reichende Maschinenhalle gruppieren sich die Arbeitsräume. Der größte derselben ist für das Anfängerpraktikum reserviert.

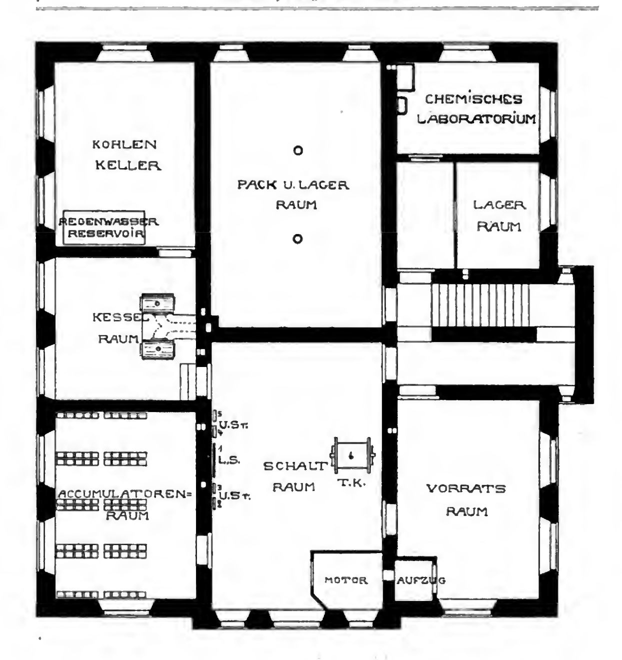
Im Obergeschoß (Abb. 5) liegt, von der Galerie der Maschinenhalle aus durch einige Treppenstufen zugänglich, der Hörsaal. An ihn schließt sich rechts das Vorbereitungszimmer, links die Sammlung mit den Sammlungsschränken (1—7) an. Im übrigen gruppieren sich um die Galerie der Maschinenhalle das Direktorsprechzimmer, Direktorlaboratorium, ein photographischer Raum und ein weiteres Laboratorium. Die Fensterplätze der Galerie sind als Arbeitsplätze ausgestaltet.

4. Spezielle Einrichtung einzelner Räume.

a) **Maschinenhalle** (siehe Abb. 6 und 7).

Es bedeutet in dem Grundriß (Abb. 4):

1. die Hauptverteilungsschalttafel (siehe Ansicht Abb. 6 rechte Seite hinten und Ansicht Abb. 11),
2. Gruppenschalttafel I (siehe Ansicht Abb. 12),
3. Gruppenschalttafel II (siehe Ansicht Abb. 12),
4. die Verteilungsschalttafel für die Hochspannung (siehe Ansicht Abb. 6 hinten links)

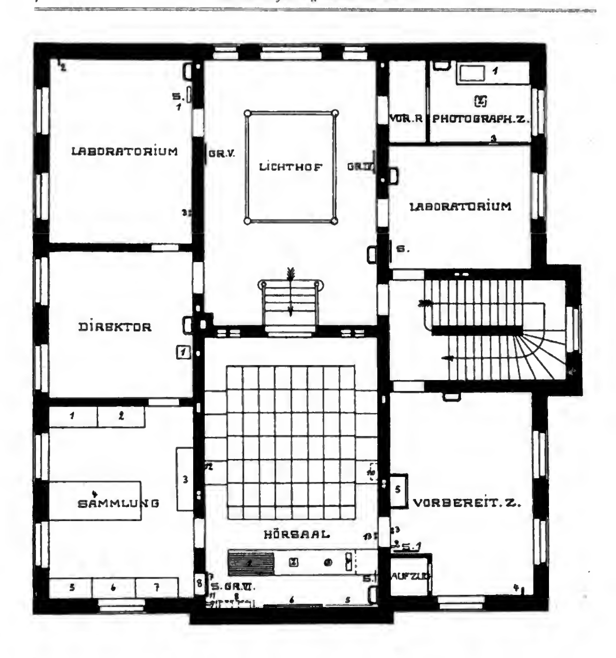


GRUNDRISS DES KELLERGESCHOSSES

Abb. 3.

GRUNDRISS DES ERDGESCHOSSES

Abb. 4.



GRUNDRISS DES OBERGESCHOSSES

Abb. 5.

Von der näheren Bestimmung und Einrichtung dieser Tafeln wird bei der Beschreibung der elektrischen Anlage die Rede sein.

5. Alte Schuckertsche Compoundflachringmaschine von 4 PS.
6. An das städtische Netz angeschlossener 6 PS-Motor zum Betriebe von 5. oder 8.
7. Anlasser zu 6.
8. Alte Siemenssche 3 PS-Wechselstromscheibendynamo.
9. Erregermaschine zu 8.



Abb. 6. Maschinenhalle mit Schalttafelwand und Blick ins Praktikum.

10. An das städtische Netz angeschlossener 6 PS-Motor (mit Wendepolen) mit 100% Tourenregulierung zum Betriebe von 12. Er hat Wechselstromschleifringe, von denen direkt Wechselstrom von ca. 300 Volt abgenommen werden kann.
11. Anlasser und Regulator zu 10.
12. Mit 10. koppelbarer Universalgenerator von Schuckert, für Gleichstrom, Ein-, Zwei-, Dreiphasenstrom.
13. 20 PS-Gleichstromdynamo für 5000 Volt Spannung von Schuckert.[1])

1) Beschafft aus den Mitteln der Jubiläumsstiftung zu Charlottenburg für Versuche zur Erzeugung hochfrequenter Wechselströme.

14. Magnetregulator zu 13.
15. An das städtische Netz angeschlossener 20 PS-Motor mit 100% Tourenregulierung zum Betriebe von 13. oder 17.
16. Anlasser und Regulator zu 15.
17. Hochfrequenzwechselstromgenerator von 4 PS bis 900 Perioden/Sekunde von den Siemens-Schuckert-Werken.
18. Magnetregulator zu 17.
19. Unter der Decke aufgestellte große Glasplattenkapazität von ca. 3 MF.



Abb. 7. Maschinenhalle.

(Auf Ansicht Abb. 6 über der Türe sind erst die Träger für die Kapazität sichtbar).

Die Maschinenhalle hat eine große Tür direkt ins Freie (siehe Ansicht Abb. 7) zum direkten Transport schwerer Maschinen. Ein Laufkran von 2500 kg Tragfähigkeit bestreicht ihre ganze Fläche. (Siehe Ansicht Abb. 7 hinten oben.)

Ein System überdeckter Kanäle gestattet, die Maschinen durch Drahtleitungen von den Schalttafeln her zu erreichen oder untereinander zu verbinden.

b) Der Hörsaal (Abb. 8).

Es bedeutet in dem Grundriß (Abb. 5):

1. Ein auf besonderen Steinmauern in Tischhöhe befestigter Rost aus I-Trägern zum Anschrauben von Maschinen auf dem Experimentiertische (siehe Ansicht Abb. 8 rechts).
2. Eine bis in den darunter liegenden Raum reichende Öffnung, die zu manchen Versuchen erwünscht ist.
3. Ein Wasserablauf. (Ein Zapfhahn befindet sich am Experimentiertische in der Nähe.)



Abb. 8. Vortragsraum des Hörsaales.

4. Die Projektionslampe, von der noch zu reden ist.
5. Der Projektionsschirm (Ansicht Abb. 8 links).
6. Die zweiteilige Mitteltafel. Unter derselben ist ein 2 m langer Rechenschieber von A. W. Faber so befestigt, daß er (wie in Abb. 8 sichtbar) hochgeklappt und zur Berechnung von Vorlesungsversuchen benutzt werden kann.
7. Die Schalttafel (siehe Ansicht Abb. 8 rechts und Abb. 15).
8. Aufstellung der Experimentier-Ampère- und -Voltmeter. (Siehe Ansicht Abb. 8 hinten rechts.)
9. Ein Anschluß für Starkstrom bis 1000 Ampère.

10. Die Aufstellung der Spiegelgalvanometer und Elektrometer mit Skalenbeleuchtung durch Nernstlampen.
11. Die Schalttafel mit den Enden der Verbindungsleitungen nach 10. und mit den Ausschaltern für die Skalenbeleuchtung von 8. und 10, (siehe Ansicht Abb. 8 rechts).
12. Die Zeigerskala für die bei 10. aufgestellten Instrumente. (Auf Ansicht Abb. 8 rechts oben sichtbar.)
13. Hochspannungsanschluß.

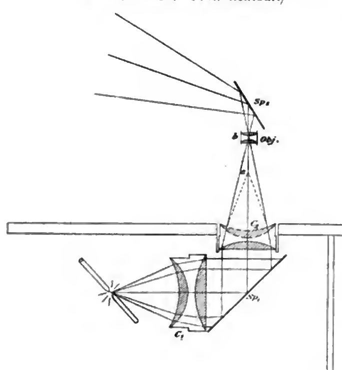


Abb. 9. Schema der Projektionseinrichtung.

Die Projektionslampe ist völlig in den Experimentiertisch eingebaut, so wie die Skizze Abb. 9 erläutert:

Die Diapositive werden auf einen in der Ebene des Experimentiertisches befestigten Rahmen aufgelegt, dann erscheint das Bild hinter dem Vortragenden auf dem Schirm. Horizontalprojektion, z. B. für Kraftlinien, ist ohne weiteres gegeben: Man entfernt durch einen Griff die oberste der Kondensorlinsen C_2 und erhält so einen gestreckteren Strahlenkegel (Konvergenzpunkt *b*), der Raum gibt für die zu projizierenden Anordnungen. Stellt man den Spiegel Sp_1 so, daß das Licht unterhalb C_2 auf einer Horizontalebene vereinigt wird, und ersetzt den Projektionseinsatz C_2 durch ein langbrennweitiges Objektiv mit Spiegel Sp_2, so erhält man episkopische Projektionseinrichtung. Die ganze Anordnung bewährt sich in jeder Beziehung und ist billig.

Die unter 8. genannten Ampère- und Voltmeter (siehe Ansicht Abb. 8 rechts oben) sind vortreffliche Demonstrationsinstrumente von Hartmann und Braun, Type DHr mit Glühlampenskalenbeleuchtung, so daß sie auch in der hintersten Reihe des Hörsaales abgelesen werden können. Es sind gewählt:

1. Drehspulenampèremeter DHra mit den doppelseitigen Messbereichen:

2,5	Ampère	(1 Skalenteil	= 0,1	Ampère)
12,5	„	(1 „	= 0,5	„)
25	„	(1 „	= 1	„)
50	„	(1 „	= 2	„).

2. Drehspulenvoltmeter DHrv mit den doppelseitigen Meßbereichen:

2,5	Volt	(1 Skalenteil	= 0,1	Volt)
25	„	(1 „	= 1,0	„)
100	„	(1 „	= 4,0	„)
250	„	(1 „	= 10,0	„).

3. Hitzdrahtampèremeter DAra mit den Meßbereichen:

0,5— 2,5	Ampère	(1 Skalenteil	= 0,1	Ampère)
2,5—12,5	„	(1 „	= 0,5	„)
5 —25	„	(1 „	= 1,0	„)
10 —50	„	(1 „	= 2,0	„).

4. Hitzdrahtvoltmeter DArv mit den Meßbereichen:

2— 5	Volt	(1 Skalenteil	= 0,2	Volt)
10— 25	„	(1 „	= 1,0	„)
40—100	„	(1 „	= 4,0	„)
100—250	„	(1 „	= 10,0	„).

Die Meßbereichsumschalter sind auf der Hörsaalschalttafel (Abb. 16) angebracht und gestatten die Umschaltung ohne Stromunterbrechung.

Die Hörsaalverdunkelung besorgt ein Elektromotor, der einen lichtdichten Vorhang über das Oberlicht ausbreitet.

Die Abendbeleuchtung wird in sehr gelungener Weise durch zwei Reginabogenlampen von 8 Ampère hinter dem Deckenglase des Oberlichtes, sowie durch das indirekte Licht einer an der Decke über dem Experimentiertisch angebrachten Reihe von 12 Tantallampen besorgt.

Beleuchtung und Verdunkelung werden von einer kleinen an der Seite der Projektionslampe angebrachten Schalttafel aus bedient (Ansicht Abb. 8 links).

c) Das photographische Zimmer (siehe Planskizze Abb. 5)

ist durch einen Vorraum, also durch zwei Türen von der Galerie getrennt. 1. ist ein Entwicklungstisch mit Spül- und Wässerungskasten, lichtdichten Schiebladen und Vertikal-

fächern mit Abtropfbecken, für die Aufbewahrung der Entwicklungsschalen. 2. ist eine Deckenöffnung von 40 × 40 cm, die gestattet, das direkte Himmelslicht für Vergrößerungen und dergleichen in Anspruch zu nehmen. Der photographische Raum kommuniziert bei 3 mit dem Nachbarraume durch eine Fensteröffnung, um in das völlig verdunkelte Zimmer zum Zwecke feiner optischer Versuche Lichtstrahlen ohne Nebenlicht einführen zu können. Die Dunkelraumbeleuchtung ist durch eine Fensteranordnung aus zwei ca. 25 cm voneinander abstehenden Einzelfenstern derselben Einteilung bewirkt, wie sie in den übrigen Zimmern verwendet sind. Der untere Teil des Außenfensters ist mit gelbem Glase verglast, der des Innenfensters mit Massivrubinglas. Zwischen beiden Fenstern kann am Abend eine Glühlampe entzündet werden. Durch einen Abschluß in der Höhe des ersten Kämpfers ist dieser untere Fensterteil vom oberen getrennt. Der obere Teil des Außenfensters ist weiß verglast, der des Innenfensters ist mit Eisenblech lichtdicht geschlossen. Es bleibt so ein vom Tageslicht erhellter Zwischenraum, der für Kopierzwecke ausgenutzt werden kann. Wird das obere Innenfenster geöffnet, so ist der Raum vom Tageslicht erhellt. Andernfalls gibt nur der rot bezw. gelb verglaste untere Teil Licht herein.

d) Das Dach.

Das flach ausgebaute, leicht zugängliche Dach hat an der Brüstung reichlich Steinplatten zum Aufstellen von Instrumenten erhalten. In den Ecken, sowie beim Treppenaufgang sind Anschlüsse an die elektrischen Einrichtungen, an der Treppe auch ein Anschluß an die Hochspannungsleitung vorgesehen. Ein umlegbarer Holzmast von 18 m Höhe ist für Versuche mit drahtloser Telegraphie usw. bestimmt.

5. Die elektrische Anlage.[1]

Außer den Strömen der unter 4a aufgezählten Maschinen steht der Strom des städtischen Dreileiternetzes mit 2 × 220 oder 1 × 440 Volt zur Verfügung, sowie der Strom der Institutsakkumulatorenbatterie.

Diese Akkumulatorenbatterie besteht aus 80 Zellen (Type J6) der Hagener Akkumulatorenfabrik. Sie hat 162 Ampèrestunden Kapazität und 54 Ampère maximale Entladestromstärke.

---

1) Die Anlage wurde nach meinen Entwürfen von der Elektrizitätsgesellschaft Gebrüder RUHSTRAT, Göttingen, durchkonstruiert und vortrefflich ausgeführt.

Sie ist in 16 Gruppen zu je fünf Zellen abgeteilt, deren Enden zu den Quecksilbernäpfen der Batterieschalter (Ansicht Abb. 10 rechts und links von der Ladeschalttafel) führen. Auf den Batterieschaltern sind auch, leicht auswechselbar, die Gruppensicherungen für 54 Ampère sichtbar. Normalerweise bilden 6 Gruppen = 60 Volt die Batterie A, 4 Gruppen = 40 Volt die Batterie B, je zwei Gruppen = 20 Volt die Batterieen C und D, je eine Gruppe = 10 Volt die Batterieen E und F. Durch Ein-

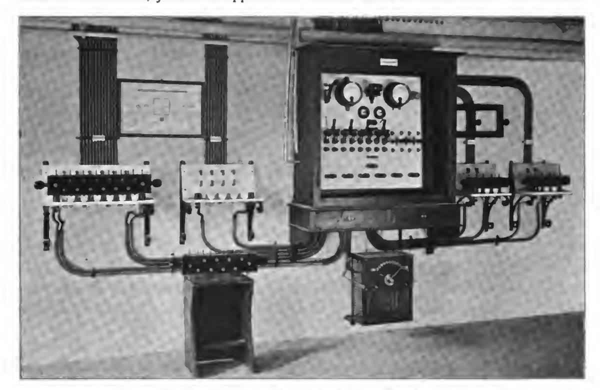


Abb. 10. Batterieschalter und Ladeschalttafel im Schaltraume des Kellergeschosses.

setzen eines „Schalt-Igels"[1]) in die Quecksilbernäpfe kann die Batterie A auf 60, 30, 20, 10, die Batterie B auf 40, 20, 10, die Batterie C und D auf 20 und 10 Volt gelegt werden, bei entsprechender Steigerung ihrer Stromabgabe.

Die Pole der Batterieen endigen in den Stöpsellöchern der unteren Reihe der Ladeschalttafel (Ansicht Abb. 10).

Die beiden Stöpsellöcher der zweiten Reihe von unten bilden die Enden eines

1) Auf Abb. 10 bei der zweiten Batterie (B) herausgenommen und unten aufgestellt.

Stromkreises: Städtisches Netz, Hauptausschalter (links oben), Ampèremeter, Minimumausschalter (Mitte oben), Sicherung, Laderheostat (unten). Nach Verbindung der entsprechenden Stöpsellöcher durch Stöpselschnüre kann jede Batterie für sich oder die Gesamtheit der Batterieen hintereinander aus dem städtischen Netze, auch eine Batterie aus der andern geladen werden. Voltmeter und Voltmeterumschalter (Ansicht oben) gestatten, die Spannung jeder Batterie zu kontrollieren.

Die Reihe der Umschalter in der Mitte der Ladeschalttafel hat folgenden Zweck: Legt man sie, wie in Abbildung 10 bei den vier ersten geschehen ist, nach oben, so sind damit die Batterieen mit der Hauptverteilungsschalttafel im Maschinenraum verbunden.

Legt man die Umschalter nach unten, so schaltet man damit alle Batterieen auf ein Paar Sammelschienen parallel. Das darf natürlich nur mit Batterieen geschehen, die zuvor an den Batterieschaltern auf gleiche Spannung gebracht sind. So können von den Sammelschienen bis 500 Ampère bei 20 Volt, bis 1000 Ampère bei 10 Volt abgenommen werden. Anschlüsse durch 400 m/m^2 Kupferschienen an diese Starkstromsammelschienen hat im Erdgeschoß das Praktikum (Abb. 4, 2) und das benachbarte Laboratorium (Abb. 4, 2), im Obergeschoß der Hörsaal (Abb. 5, 9) und das Vorbereitungszimmer (Abb. 5, 2).

Die Stromverteilungsanlage für die Niederspannungsquellen soll ermöglichen, mit einem möglichst geringen Aufwand an Leitungsmaterial jede der vorhandenen Stromquellen an jede der in den Arbeitsräumen verteilten Arbeitsstellen möglichst einfach und betriebssicher anzuschließen. Auch soll jede Arbeitsstelle mit jeder anderen untereinander verbunden werden können.

Das Prinzip, nach dem das erreicht wird, ist dasselbe, wie es bei großen Telephonzentralen üblich ist: Nebenämter fassen die Teilnehmer zu Gruppen zusammen, das Hauptamt vermittelt die Verbindung der Nebenämter untereinander. Also: Die in jedem Zimmer befindliche Zimmerschalttafel vermittelt den Anschluß der in das Zimmer geführten Quellen an die im Zimmer verteilten Arbeitsklemmen. Sechs geeignet verteilte Gruppenschalttafeln (Gr. I—VI auf den Grundrissen Abb. 3, 4, 5) vereinigen die Zuführungen mehrerer Zimmer zu Gruppen. Die Hauptverteilungsschalttafel im Maschinenraum vereinigt die Zuführungen zu den Gruppenschalttafeln und enthält auch die Enden sämtlicher Stromquellen. Die Verbindungen selbst werden durch Schnüre mit federnden Messingstöpseln vollzogen, die in die Stöpselöffnungen der Drahtenden auf den Schalttafeln eingesteckt werden. Diese Verbindungsweise hat sich an einer von Professor

Des Coudres 1898 konstruierten Experimentierschalttafel (derselben, die jetzt mit geringen Umänderungen im Hörsaale benutzt wird) durchaus bewährt, so daß sie im neuen Institute allgemein durchgeführt worden ist.

Die Enden entsprechender Leitungen sind mit entsprechenden Nummern bezeichnet, bei Gleichstrom ist stets die gerade Zahl der +-Pol, die ungerade der —-Pol; auf der Hauptverteilungsschalttafel ist an jedem Drahtende die zugehörige Gruppe, auf der Gruppenschalttafel das zugehörige Zimmer vermerkt. Weiße Celluloidschildchen an den Drahtenden gestatten außerdem mit Bleistift Notizen anzumerken.

Es wurde durchgängig 10 m/m^2 Draht verlegt, der eine Belastung bis 50 Ampère verträgt.

Die Hauptverteilungsschalttafel (siehe Ansicht Abb. 11). Von den sechs Reihen der Stöpsellöcher enthält die oberste und unterste die Stromquellen. Darüber und darunter sitzen jeweilig die zugehörigen Ausschalter und Sicherungen. Nur die Batterieen A, B und C haben an Stelle von Ausschaltern Umschalter (Abb. 10 in der Mitte), um sie schnell und ohne Störung für sonst hergestellte Verbindungen an die Hörsaalschalttafel legen zu können. Mit Hilfe des Weicheisenvoltmeters und der Voltmeterumschaltung oben kann die Spannung jeder Stromquelle kontrolliert werden.

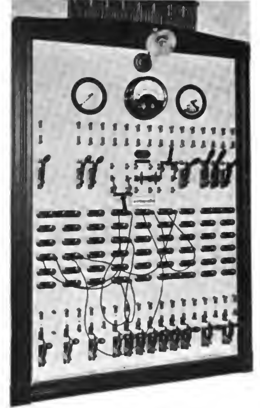


Abb. 11. Hauptverteilungsschalttafel.

Die Gruppenschalttafeln sind meist nach dem Typus der Abbildung 12 angeordnet, oben die zur Hauptverteilungstafel führenden Klemmen, unten die zu den Zimmerschalttafeln führenden.

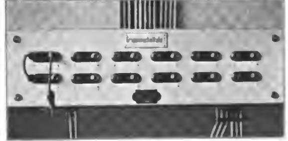


Abb. 12. Gruppenschalttafel.

Die Zimmerschalttafeln sind meist nach dem Typus der Abbildung 13 eingerichtet. In der oberen Reihe entspringen die Stromquellen; und zwar liegt in jedem Zimmer dauernd die städtische

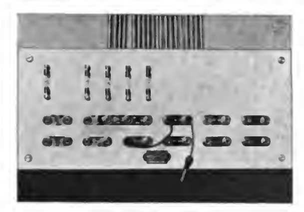


Abb. 13. Zimmerschalttafel.

Spannung mit 220 Volt, sowie eine der Batterieen E oder F mit 4 Drähten, wie in Skizze Abbildung 14, so daß 2, 4, 6, 8, 10 Volt mit 50 Ampère stets zur Verfügung sind. Diese Quellen sind auf der Schalttafel gesichert (Abb. 13 links oben).

Im Übrigen hat jedes Zimmer 2 bis 4 Verbindungspaare zu den Gruppenschalttafeln. Im Praktikum ist die Zimmerschalttafel gleichzeitig Gruppenschalttafel für das benachbarte Laboratorium. In beiden Räumen, sowie im Direktorlaboratorium haben die Zimmerschalttafeln eine besondere Ausstattung mit Rheostaten, Maximum- und Minimumausschalter, sowie einigen freien Ausschaltern erhalten (vgl. Ansicht Abb. 15), deren Enden in einer mittleren Stöpsellochreihe liegen, so daß sie ohne Weiteres in die Experimentierschaltungen mit einbezogen werden können.

Besonders reich ist in dieser Hinsicht die Hörsaalschalttafel (siehe Ansicht Abb. 16) ausgestattet. Sie enthält an Stromquellen in der oberen Reihe (mit Sicherungen und Ausschaltern) ohne Weiteres $2 \times 220 = 1 \times 440$ Volt von dem städtischen Netze. Batterie A, B, C nach dem Umlegen der erwähnten Umschalter an der Hauptverteilungsschalttafel, Batterie E mit je zwei Stöpsellöchern für jede der vier Drähte, die 2, 4, 6, 8, 10 Volt liefern, ferner drei Paar Verbindungen zur Hauptverteilungsschalttafel. In der unteren Reihe liegen die Verbindungen zu den Experimentierklemmen am Hörsaaltische und zu der Zimmerschalttafel im Vorbereitungszimmer. In der mittleren Reihe endigen: ein regulierbarer Maximumausschalter, ein Minimumausschalter, ein Kurbelrheostat bis 200 Ohm und 20 Ampère Belastbarkeit, ein Kurbelrheostat bis 10 Ohm und 100 Ampère

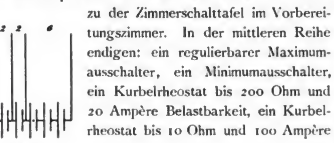


Abb. 14.

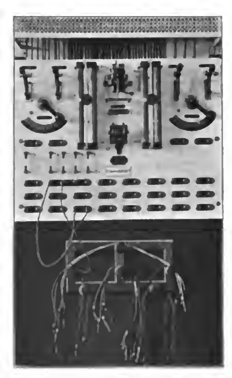
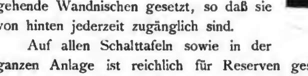


Abb. 15. Schalttafel im Praktikum.



Abb. 16. Hörsaalschalttafel.

Belastbarkeit, ein Rheostat von 18 Ohm und 10 Ampère Belastbarkeit, zwei freie Ausschalter, das unter 4b erwähnte Demonstrations-Gleichstromampèremeter und das entsprechende Hitzdrahtampèremeter. Auf der Schalttafel oben sitzen außerdem Ampère- und Voltmetermeßbereichsschalter mit Schaltungsskizzen, die Rheostatenkurbeln und der Voltmeterumschalter. Diese Schalttafel ist, wie schon erwähnt, von Prof. Des Coudres konstruiert und hat schon 8 Jahre im alten Institute gedient. Es ist eine Freude, wie sicher und schnell sich damit die kompliziertesten Experimente schalten lassen.



Alle großen Schalttafeln sind in durchgehende Wandnischen gesetzt, so daß sie von hinten jederzeit zugänglich sind.

Auf allen Schalttafeln sowie in der ganzen Anlage ist reichlich für Reserven gesorgt. Ein Schaltungsschema der gesamten Anlage ist auf der angehängten Tafel IV gegeben.

Für die Verteilung der Hochspannung dient eine nach demselben Prinzipe angeordnete Verteilungsschalttafel, die wegen der Berührungsgefahr in einer verschließbaren Wandnische untergebracht ist (Ansicht Abb. 6 hinten links). Alle Hochspannungsanschlüsse endigen hier und werden durch Stöpselschnüre mit den Hochspannungsquellen verbunden. So haben stets nur die gerade benutzten Leitungen die Hochspannung. Hochspannungsanschlüsse haben im Obergeschoß (siehe Grundriß Abb. 5) der Hörsaal (43), das Vorbereitungszimmer (3), das Dach, das Direktorlaboratorium; im Erdgeschoß (siehe Grundriß Abb. 4) das Praktikum (7), das benachbarte Laboratorium (3) und das Assistentenzimmer (2).

Die Hochspannungsleitungen sind mit 1 m/m² Guttaperchadraht frei auf Porzellanisolatoren verlegt. Wand- und Deckendurchführungen, sowie besonders exponierte Stellen sonst sind in gummiisoliertem Hochspannungskabel verlegt.

An Hochspannungsquellen steht außer der 20 PS Hochspannungsdynamo zur Verfügung der unter 4a Nr. 19 erwähnte, von Prof. Des Coudres konstruierte Glasplattenkondensator. Er wird nach einer von Prof. Des Coudres erdachten Anordnung in

folgender Weise auf hohe Spannung geladen: die Primärspule eines Induktionsapparates wird mit Wechselstrom betrieben. Die Sekundärspule wird durch einen synchron mit dem Betriebswechselstrom arbeitenden Hochspannungskontaktmacher mit der Kapazität verbunden. Wenn die Phase des Kontaktmachers richtig gewählt wird, ist die Kapazität stets nur zu Zeiten eines Maximums der Sekundärspannung mit dem Induktorium verbunden, wird also nach einigen Kontakten auf diese Maximalspannung aufgeladen. Wenn man ihr dann die Elektrizität nur in schwachem Strome entzieht, bildet sie eine konstante Hochspannungsquelle. Der Kontaktmacher wird am besten mit der Wechselstrommaschine direkt gekoppelt. Die ganze Anordnung leistet für viele Zwecke sehr gute Dienste.

Telephonkabel: Im Schaltraum aufgestellt ist ein 500 m langes Telephonkabel mit 60 Doppeladern, deren Enden in das darüber liegende Praktikum (siehe Grundriß Abb. 4, 5) geführt sind.[1]) Dort können die ganzen Adern in einfacher Weise zu einer 60 km langen Einfachleitung, oder einer 30 km langen Doppelleitung aus 0,7 mm Kupferdraht hintereinander geschaltet werden, auch können mit einem Handgriff in Abständen von 1,5 km Pupinsche Selbstinduktionsspulen eingeschaltet werden, um die dadurch erreichte Übertragungsverbesserung zu demonstrieren.[2]) Das Kabel wird zum Studium der mannigfaltigen Kabelleitungs-Probleme im Praktikum und in der Vorlesung benutzt. Es ist auf eine eisenfreie Holztrommel von 150 cm Länge und 60 cm Durchmesser in 4 Lagen von je 52 Windungen aufgewickelt. Da der Draht wenigstens mit 2 Ampère dauernd belastet werden kann, so ist es mit der Kabelspule möglich, in dem zylindrischen Innenraum ein magnetisches Feld von 300 bis 400 cgs Einheiten zu erzeugen.

6. Tätigkeit und Frequenz des Institutes.

Das allgemeine Ziel, auf das sich die Tätigkeit des Institutes richtet, ist die Erziehung der Studierenden zur Kenntnis und zum Verständnis, wie die Entdeckungen und Gesetze der sogenannten „Ätherphysik" auf die spezifischen Probleme ihrer praktischen Verwertung angewendet worden sind und angewendet werden müssen. So wird einmal in die Kreise rein wissenschaftlicher Betätigung Verständnis für die

1) Das Kabel ist ein hochherziges Geschenk der Firma Felten & Guilleaume, Karlswerk, Mühlheim a. Rh., der auch an dieser Stelle herzlich gedankt sei.

2) Die Pupinspulen mit Schalteinrichtung verdankt das Institut dem Entgegenkommen der Firma Siemens & Halske, A.-G., Wernerwerk.

Leistungen und Aufgaben der praktischen Berufe getragen, andererseits wird allen, die die experimentelle Bearbeitung naturwissenschaftlicher Fragen zu ihrer Aufgabe gemacht haben, die Fülle wertvoller Hilfsmittel vertraut gemacht, die ihnen die Elektrotechnik an die Hand giebt; und schließlich werden systematisch Lücken, wie sie die rein wissenschaftliche Forschung nach der Seite ihrer Anwendungen vielfach offen läßt, aufgezeigt, und, soweit es in den Kräften der Abteilung steht und sich Mitarbeiter finden, durch selbständige Forschungen ausgefüllt.

Im Speziellen wird dieses Ziel angestrebt 1. durch Vorlesungen, 2. durch ein Übungspraktikum, 3. durch Anleitung zu selbständigen Forschungen mit den Hilfsmitteln der Abteilung, 4. durch Exkursionen.

a) Vorlesungen.

Zu dem Vorlesungsturnus des Institutes gehört bis jetzt:

1. Theorie und Technik des Gleichstroms, 1 Semester zweistündig.
2. Theorie und Technik des Wechselstroms, 1 Semester zweistündig.
3. Elektrische Meßmethoden und Meßinstrumente, 1 Semester zweistündig.
4. Theorie und Technik des Magnetismus, 1 Semester zweistündig.
5. Elektrische Schwingungen und drahtlose Telegraphie, 1 Semester einstündig.
6. Die Strahlungsgesetze und das Beleuchtungsproblem, 1 Semester einstündig.
7. Probleme der Telephonie, 1 Semester einstündig.
8. Theorie und Technik des elektrischen Lichtbogens, 1 Semester einstündig.
9. Einführung in die Elektrotechnik (für Juristen, wird jeden Winter einstündig gelesen).
10. Fouriersche Reihen und ihre Anwendung auf elektrotechnische Fragen.
11. Charakteristische Kurven in Physik und Elektrotechnik, 1 Semester einstündig.

In allen diesen Vorlesungen wird von den Einrichtungen der Abteilung durch instruktive Demonstrationen ausgiebigst Gebrauch gemacht.

b) Praktikum.

Im Praktikum wird durch einen Turnus sorgfältig organisierter Übungsnachmittage das Streben der Vorlesungen ergänzt, derart, daß die Teilnehmer zunächst mit den Meßmethoden und Maschinen möglichst vielseitig vertraut gemacht werden und dann lernen, sie zur Untersuchung spezieller Fragen technisch-physikalischer Art anzuwenden. Auch hier wird die Auswahl der Übungen so getroffen, daß die prinzipiellen wissenschaftlichen Gesichtspunkte aus den technischen Prozessen möglichst

ergiebig herausgeschält werden. Die Praktikanten des Physikalischen Praktikums nehmen im Rahmen des Physikalischen Praktikums ein halbes Semester lang wöchentlich einen Nachmittag an den elektrotechnischen Übungen Teil.

Über die Frequenz der Vorlesungen und Übungen gibt folgende Tabelle Aufschluß.

	1895	1896		1897		1898		1899		1900		1901		1902		1903		1904		1905	
	W.-S.	S.-S.	W.-S.	S.-S.	W.-S.	S.-S.	W.-S.	S.-S.	W.-S.	S.-S.	W.-S.	S.-S.	W.-S.	S.-S.	W.-S.	S.-S.	W.-S.	S.-S.	W.-S.	S.-S.	W.-S.
Praktikum, 1 Nachmittag 4 Stunden			7		5	10	9	10	10	11	12	8	4	14	9	14	13	11	11	22	14
Elektrotechnischer Teil des physikalischen Praktikums, ½ Semester, 1 Nachmittag 3 Std.													8	4	8	6	10	12	10		13
Theorie und Technik des Gleichstroms, 2 Stunden	7			17			8		20				16			24				14	
Theorie und Technik des Wechselstroms		6				4		14		12		14		8			17				21
Elektrische Meßmethoden und Meßinstrumente, 2 Stunden	6														10			14			
Theorie und Praxis des Magnetismus, 2 Stunden																			10		
Elektrische Schwingungen und drahtlose Telegraphie, 1 Std.									8				59		76		68				75
Strahlungsgesetze und Beleuchtungsproblem, 1 Stunde																44					
Probleme der Telephonie, 1 Std.																			56		
Theorie und Technik des elektrischen Lichtbogens, 1 Std.																		27			
Elektrotechnik für Juristen, 1 Stunde															17		20		18		25
Charakteristische Kurven, 1 Std.																				23	

c) Forschung.

Über die Richtungen, in denen sich die Forschungstätigkeit der Abteilung bewegt, geben die Publikationen Aufschluß, unter denen die wichtigsten etwa folgende sind:

Th. Des Coudres, Theoretische Grundlage für einen harmonischen Wechselstromanalysator (Verhandlungen der physikalischen Gesellschaft zu Berlin 1898).

H. Th. Simon, Das Wirkungsgesetz des Wehnetunterbrechers (Wiedemanns Annalen 1899).
H. Th. Simon, Über einen neuen Flüssigkeitsunterbrecher (Wiedemanns Annalen 1899).
Th. Des Coudres, Eine direkte Methode für Wechselstromanalyse (Elektrotechnische Zeitschr. 1900).
Th. Des Coudres, Umwandlung von Wechselstrom und Gleichstrom mittels des Hallschen Phänomens (Physikalische Zeitschrift 1901).
Th. Des Coudres, Methode, die Angaben elektrodynamischer Wattmeter unabhängig zu machen von der Phasenverschiebung zwischen Strom und Spannung (Physikalische Zeitschrift 1900).
W. Schmidt, Elektrische Doppelbrechung in gut und schlecht isolierenden Flüssigkeiten (Dissertation Göttingen 1901).
H. Agricola, Die thermoelektromotorische Kraft des Quecksilbers und einiger sehr verdünnter Amalgame (Dissertation Erlangen 1902).
H. Th. Simon und M. Reich, Tönende Flammen und Flammentelephonie (Physikalische Zeitschrift 1903).
H. Th. Simon und M. Reich, Über Erzeugung hochfrequenter Wechselströme und ihre Verwendung zur drahtlosen Telephonie (I. Teil Physikalische Zeitschrift 1903, desgleichen II. Teil Physikalische Zeitschrift 1903).
H. Th. Simon nnd E. Madelung, Über ein neues magnetometrisches Verfahren zur Messung magnetischer Momente (Physikalische Zeitschrift 1904).
M. Reich, Einige Beobachtungen am Schlömilch-Wellendetektor für drahtlose Telegraphie (Physikalische Zeitschrift 1904).
A. Cruse, Elektrische Kataphorese des Wassers in Abhängigkeit von Temperatur und Stromdichte (Dissertation Göttingen 1904).
H. Th. Simon, Über einen Phasenmesser und seine Verwendung zur Fernübertragung der Kompaßstellung (Physikalische Zeitschrift 1904).
H. Th. Simon und M. Reich, Einige Demonstrationsversuche mit Wechselströmen höherer Frequenz (Physikalische Zeitschrift 1905).
H. Th. Simon, Über die Dynamik der Lichtbogenvorgänge und über Lichtbogenhysteresis (Physikalische Zeitschrift 1905 und ETZ. 1905).
E. Madelung, Magnetisierung durch schnell verlaufende Stromvorgänge mit Rücksicht auf Marconis Wellendetektor (Dissertation Göttingen 1905).
M. Reich, Die Strahlung und Temperatur der Krater des Lichtbogens (Jenaer Habilitationsschrift 1905 und Physikalische Zeitschrift 1906).

d) Exkursionen.

Es wurden bisher vier drei- bis viertägige Exkursionen unternommen:

1. Ende Sommersemester 1902 nach Frankfurt a. M. mit 12 Teilnehmern.
   Besichtigungen: Städtisches Elektrizitätswerk, Umformerstation am Schillerplatz, Fabrik elektrischer Instrumente Hartmann & Braun, Fabrik elektrischer Schaltungsanlagen Voigt & Häffner, Elektrische Öfen der Gold- und Silberscheideanstalt, Elektrische Bahn Homburg-Saalburg usw.

2. Ende Sommersemester 1903 nach Berlin mit 20 Teilnehmern.
   Besichtigungen: Hoch- und Untergrundbahn, physikalisch-technische Reichsanstalt, SIEMENS & HALSKE, Berlin, SIEMENS & HALSKE, Charlottenburg, Allgemeine Elektrizitätsgesellschaft und Elektrizitätszentrale Oberspree, Telephonfabrik von MIX & GENEST usw.
3. Ende Sommersemester 1904 in die Rheinlande mit 50 Teilnehmern.
   Besichtigungen: FELTEN & GUILLAUME, Karlswerk, Mühlheim a. Rh., Elektrizitätsgesellschaft Helios, Köln a. Rh., Elektrizitätswerk, Köln a. Rh., Reginabogenlampenfabrik Köln a. Rh., Schwebebahn und Elektrizitätswerk Elberfeld, Bergbahn Barmen, Müngstener Brücke, Remscheider Talsperre, FR. KRUPP, Gußstahlfabrik Essen, Thermitwerke GOLDSCHMIDT, Essen, und Akkumulatorenwerke Hagen i. W.
4. Ende Sommersemester 1905 nach Bremen mit 50 Teilnehmern.
   Besichtigungen: Neue Werft der A.-G. Weser in Gröpelingen, Hafenanlagen, Norddeutsche Armaturenfabrik, elektrische Zentrale, Seefahrtsschule, Kammerschleuse, Kaiserdock, Schleppversuchsstation des norddeutschen Lloyd, Station für drahtlose Telegraphie, Reparaturwerkstätten, Dampfer „Großer Kurfürst", Norddeutsche Seekabelwerke Nordenham, Unterweser Korrektion, Bremer Vulkan, Kaiserliche Werft, Wilhelmshaven, Delmenhorster Linoleumwerke.

Allen den Persönlichkeiten und Firmen, die uns auf diesen Exkursionen in so entgegenkommender Weise Belehrung und Gastfreundschaft zuteil werden ließen, sei auch hier herzlichst gedankt.

7. Schluß.

Jeder Institutserbauer ist stolz auf sein schmuckes wissenschaftliches Heim. Denn es ist ja ein Stück seiner Seele mit hineingebaut, mag er auch noch so sehr bemüht gewesen sein, objektiv das Beste zu schaffen, was der Stand der Wissenschaft (und der Stand der Finanzen) gestattete. Daher wird ein Nachfolger stets dies und jenes anders wünschen, wie es der Vorgänger eingerichtet hatte.

Möchten meine Nachfolger nicht allzuviel zu tadeln finden! Und vor allem: möchte eines guten wissenschaftlichen Geistes reicher Segen in dem neuen Institute walten!



Abb. 1. Das Institut für angewandte Mathematik und Mechanik (Altes physikalisches Institut).

V.

Das Institut für angewandte Mathematik und Mechanik.

Von

C. Runge und L. Prandtl.

Im achtzehnten Jahrhundert waren an den Universitäten Fächer der angewandten Mathematik und Mechanik in beträchtlichem Umfange vertreten. Um speziell von Göttingen zu reden, so finden wir unter den Vorlesungen von Segner, Penther, Tobias Mayer, Kästner die Themata: praktische Feldmeßkunst, Maschinenlehre, Zivil- und Kriegsbaukunst, mathematische Geographie, Hydrostatik, Hydraulik. Zur Unterstützung der Anschauung beim Unterricht diente die „Modellkammer", eine Sammlung von Modellen zur Mechanik, Statik, Hydraulik, Maschinenkunde.[1]) Im neunzehnten Jahrhundert haben Thibaut (gestorben 1832) und Ulrich (gestorben 1879) den Unterricht in diesem Sinne weiter geführt. Auch Listing hat noch über Maschinenkunde und über die Theorie der Dampfmaschine gelesen. Thibaut hinterließ der Universität eine Sammlung von geodätischen Instrumenten, die auch Ulrich noch benutzt hat.

1) Vergl. Joh. Steph. Pütter, Versuch einer akademischen Gelehrtengeschichte von der Georg Augusts-Universität zu Göttingen I, p. 243 u. f. Göttingen 1765 (1. Teil) und 1788 (2. Teil).

Unter den Gegenständen, in denen ULRICH unterrichtete, finden wir praktische Geometrie mit Übungen im Feldmessen und Nivellieren, landwirthschaftliche Baukunde, Maschinenkunde, Hydrostatik, Hydraulik. Indessen traten diese Fächer mehr und mehr in den Hintergrund gegenüber der Entwicklung der technischen Hochschulen und den glänzenden theoretischen Erfolgen von GAUSS, DIRICHLET, RIEMANN und CLEBSCH. Als ULRICH im Jahre 1879 starb, wurde die Modellkammer von H. A. SCHWARZ, der seit 1875 den Lehrstuhl für Mathematik inne hatte, aufgelöst. Es blieb die Sammlung mathematischer Instrumente und Modelle, die im wesentlichen aus der Schenkung von THIBAUTS geodätischen Instrumenten bestand und nun zu einer mathematischen Modellsammlung im modernen Sinne ausgestaltet wurde.

Es ist das Verdienst von F. KLEIN, den Unterricht in angewandter Mathematik und Mechanik neu belebt zu haben in der richtigen Erkenntnis, daß in den angewandten Fächern eine Fülle von pädagogisch wertvollen Aufgaben und Beispielen für den Mathematiker zu finden sind, und daß auch die Teilnahme an dem Fortschritt dieser Wissenschaften der Universität nicht vorenthalten bleiben darf. Seine Bestrebungen haben in der Errichtung des Instituts für angewandte Mathematik und Mechanik, das heute die Räume des alten physikalischen Instituts in Besitz genommen hat, einen gewissen Abschluß gefunden, und daher lohnt es sich, einmal die Wandlungen zu verfolgen, welche zu dem heutigen Stande der Dinge geführt haben.

Es sind zwei Reihen der Entwicklung zu betrachten, die in der jetzigen Abteilung A für angewandte Mathematik und der Abteilung B für angewandte Mechanik auslaufen.

Entwicklung der beiden Abteilungen.

Die Abteilung A geht aus von der Sammlung mathematischer Instrumente und Modelle, zu der sie im Haushalte der Universität noch gehört. H. A. SCHWARZ, der die Sammlung verwaltete, schaffte eine Anzahl von Reißzeugen an und richtete im Herbst 1889 Übungen in konstruktiver Geometrie ein, eine Art mathematischen Zeichenunterrichts, der ähnlich gehandhabt wurde, wie der auf den technischen Hochschulen übliche Unterricht in der darstellenden Geometrie. In einem Hörsaale des Auditoriengebäudes waren Zeichentische aufgestellt, an denen die Studierenden die Zeichenaufgaben ausführten unter Leitung von SCHWARZ selbst und den Privatdozenten HÖLDER und SCHÖNFLIES. Als SCHWARZ im Jahre 1892 nach Berlin berufen wurde, führte SCHÖNFLIES als Extraordinarius diesen Unterricht fort und verband damit auch Vor-

träge über projektive und darstellende Geometrie, wozu ihn ein eigener Lehrauftrag verpflichtete. Bei Schönflies Übersiedelung nach Königsberg im Jahre 1899 wurde als sein Nachfolger Schilling berufen und mit dem Unterricht in darstellender Geometrie und in graphischer Statik betraut. Für die Zeichenübungen wurde die frühere Amtswohnung des Direktors der Frauenklinik (Hospitalstraße 12) eingerichtet. Hier fand nun auch der geodätische Unterricht Unterkunft, den zunächst Ambronn mit Instrumenten der Sternwarte aufgenommen hatte und den jetzt E. Wiechert weiterführte[1]) und auf höhere Geodäsie ausdehnte. Leider waren inzwischen die geodätischen Instrumente, die zu der Sammlung mathematischer Instrumente und Modelle gehörten, an die Sternwarte und an andere Institute abgegeben worden, weil nicht vorauszusehen war, daß sich der geodätische Unterricht gerade an die Sammlung mathematischer Instrumente wieder würde angliedern lassen. Hierfür wurde dadurch Ersatz geschaffen, daß einmal der Staat auf Befürworten Böttingers 2000 Mark bewilligte und andererseits die Göttinger Vereinigung in verschiedenen Raten im ganzen bis jetzt 6000 Mark für die Erwerbung geodätischer Instrumente anwies. Zugleich schenkte der Norddeutsche Lloyd im Jahre 1901 eine Sammlung seiner nautischen Instrumente (Schiffskompasse und Sextanten) und Krupp überwies der Sammlung eine Auswahl von Markscheideinstrumenten (1903).

Die neu erstandene Sammlung wurde zugleich mit den Unterrichtsmitteln der darstellenden Geometrie und graphischen Statik der Leitung Schillings unterstellt. Beides zusammen figurierte im Etat als eine Abteilung der Sammlung mathematischer Instrumente und Modelle „B. Abteilung für graphische Übungen und mathematische Instrumente", und Schilling wurde im Jahre 1903 ihr selbständiger Direktor, während die „Abteilung A für mathematische Modelle" F. Klein unterstellt blieb.

Diese Einrichtung eines regelmäßigen Unterrichts in darstellender Geometrie, graphischer Statik und Geodäsie entsprach genau der neuen Prüfungsordnung, die am 12. September 1898 für das Lehramt an höheren Schulen in Preußen erlassen

1) Als im Jahre 1897 Schering starb, dessen Lehrauftrag Mathematik, theoretische Astronomie, Geodäsie und mathematische Physik vereinigt hatte, wurde seine Stellung in zwei Extraordinate verwandelt und Brendel und Wiechert als seine Nachfolger berufen. Brendel übernahm die theoretische Astronomie, Wiechert die Geophysik. Später hat Brendel auch den Lehrauftrag für Versicherungsmathematik erhalten, den vor ihm Bohlmann an dem im Jahre 1895 gegründeten Versicherungsseminar gehabt hatte. Über den Unterricht in der niederen Geodäsie, wie Wiechert ihn zunächst einrichtete, vergleiche dessen Aufsatz in der Schrift von F. Klein und E. Riecke, Über angewandte Mathematik und Physik in ihrer Bedeutung für den Unterricht an den höheren Schulen nebst Erläuterung der bezüglichen Göttinger Universitätseinrichtungen. B. G. Teubner 1900.

worden war. Die Prüfungsordnung kennt neben der reinen Mathematik das Prüfungsfach „angewandte Mathematik“ und schreibt vor (§ 22): „Von den Kandidaten, welche die Lehrbefähigung in der angewandten Mathematik nachweisen wollen, ist außer einer Lehrbefähigung in der reinen Mathematik zu fordern: Kenntnis der darstellenden Geometrie bis zur Lehre von der Zentralprojektion einschließlich und entsprechende Fertigkeit im Zeichnen; Bekanntschaft mit den mathematischen Methoden der technischen Mechanik, insbesondere der graphischen Statik, mit der niederen Geodäsie und den Elementen der höheren Geodäsie nebst Theorie der Ausgleichung der Beobachtungsfehler.“

SCHILLING hat sich über die verschiedenen Richtungen, in denen er den Unterricht ausgestaltete, in den Vorträgen ausgelassen, die er zu Ostern 1904 für den Ferienkursus der Oberlehrer der Mathematik und Physik gehalten hat.[1])

Im Herbst 1904 zog SCHILLING als Professor für darstellende Geometrie an die technische Hochschule in Danzig. An seiner Stelle in Göttingen wurde C. RUNGE berufen mit dem allgemeinen Lehrauftrag für angewandte Mathematik. Damit war eine erweiterte Auffassung des Lehramts bekundet, die im Herbst 1905 durch die Vereinigung mit der technischen Physik in der Begründung des Instituts für angewandte Mathematik und Mechanik ihren abschließenden Ausdruck fand.

Die zweite Entwicklungsreihe, die zu der Abteilung B für angewandte Mechanik führt, geht aus von der im Beginn des Jahres 1897 gegründeten Abteilung für technische Physik, die dem physikalischen Institut angegliedert wurde. Sie ist mit der Entstehung der Göttinger Vereinigung aufs engste verknüpft. (Über die Geschichte der Vereinigung vergleiche man den historischen Schlußartikel dieser Schrift, insbesondere den dort abgedruckten Aufsatz von F. KLEIN aus der Physikalischen Zeitschrift 1899.) Den unmittelbaren Anlaß zur Gründung der Abteilung gab zu Weihnachten 1896 die Schenkung einer namhaften Summe für diesen Zweck seitens einiger Herren aus der Industrie. Es waren dies die Herren Dr. BÖTTINGER in Elberfeld, Professor Dr. C. v. LINDE in München und Kommerzienrat KRAUSS in München. Der Plan wurde alsbald wesentlich gefördert durch die von der Regierung bereitwillig erteilte Erlaubnis, den maschinellen Teil der bereits genehmigten elektrischen Beleuchtungsanlage für die königliche Bibliothek dem geplanten Laboratorium einzuordnen.

1) FR. SCHILLING, Über die Anwendungen der darstellenden Geometrie insbesondere über die Photogrammetrie. Zweiter Teil der „neuen Beiträge zur Frage des mathematischen und physikalischen Unterrichts an den höheren Schulen“, Vorträge, gesammelt von F. KLEIN und E. RIEKE. B. G. Teubner 1904.

Zur gleichen Zeit war es, unter Angliederung eines Lehrauftrags für landwirtschaftliche Maschinenlehre, ermöglicht worden, für die Stelle des Laboratoriumleiters eine außerordentliche Professur zu begründen; auch die Stelle eines Assistenten und eines Maschinisten wurde von der Regierung bewilligt.

Die Professur wurde zu Ostern 1897 dem Privatdozenten R. Mollier in München übertragen, der jedoch schon im Herbst 1897 wieder ausschied, um als Nachfolger Zeuners an die technische Hochschule Dresden überzusiedeln.

Unter Molliers Leitung hatte man mit dem Bau eines ersten Pavillons (die Räume B 1, 2 und 3 des Planes auf Tafel V) auf dem Grundstück des physikalischen Institutes begonnen, und es waren ein der erwähnten Beleuchtungsanlage dienender 10 pferdiger Gasmotor, sowie eine 15 pferdige Dampfmaschine mit Kesselanlage bestellt worden.

Nach dem Weggange von Mollier wurde Eugen Meyer, Dozent der technischen Hochschule Hannover, zunächst kommissarisch mit dem Ausbau der Anlage betraut, erst ein Semester später (Ostern 1898) siedelte er endgültig nach Göttingen über und übernahm zugleich mit der Professur auch das Direktorat des inzwischen zu einer selbstständigen „Abteilung für technische Physik" erhobenen Instituts. Das erste Praktikum war bereits im Wintersemester zustande gekommen, indem im November die Gasmaschine und Anfang Januar die Dampfmaschine in Betrieb gekommen waren.

Dank der kräftigen Beihilfe der inzwischen gegründeten „Göttinger Vereinigung" konnte schon jetzt an einen weiteren Ausbau gedacht werden, zu dessen Ausführung der Staat einen namhaften Beitrag leistete. Es entstand im Frühjahr und Sommer 1898 ein Anbau, die Räume 4 und 5 des Planes auf Tafel V enthaltend; darin gelangten zur Aufstellung eine Kältemaschinenanlage mit Kohlensäurebetrieb und eine Generatorgasanlage; im großen Maschinensaal wurden zur gleichen Zeit eine 15 pferdige Dampfturbine, System de Laval, ein 2 pferdiger Petroleummotor (Geschenk des Herrn Kommerzienrat Kuhn in Stuttgart), sowie ein 20 pferdiger Dieselmotor — das Prunkstück und zugleich Schmerzenskind des Laboratoriums — aufgestellt. Nachdem noch im Anfang des Jahres 1899 für die beiden Dampfmaschinen ein Oberflächenkondensator in dem jetzt mit dem Maschinensaal vereinigten früheren Hofraum 1* aufgestellt war, war eine innerhalb der gezogenen Grenzen sehr vielseitige Einrichtung für das gesamte Lehrgebiet der Wärmekraftmaschinen erreicht. Es begann nun eine an Forschungsergebnissen reiche Zeit. Besonders bekannt geworden sind die Untersuchungen am Gasmotor und an der Gasgeneratoranlage, die den speziellen Neigungen Meyers am meisten entsprachen.

Als Eugen Meyer im Sommer 1900 einen Ruf an die technische Hochschule

Charlottenburg annahm, wurde H. LORENZ, bis dahin außerordentlicher Professor in Halle, für die Stelle gewonnen. Unter seiner Leitung hat das Institut einen weiteren wichtigen Schritt vorwärts getan. Um in ähnlicher Weise, wie es für die Thermodynamik bereits geschehen war, auch für Festigkeitslehre und Hydraulik die nötigen Einrichtungen zu gewinnen, beschloß die „Göttinger Vereinigung“, die inzwischen durch Gewinnung neuer Mitglieder zu einer stattlichen Gesellschaft erstarkt war, einen weiteren Neubau an die bisherigen Räume anzugliedern, mit dem nun ein gewisser Abschluß erreicht werden sollte. Der Bau, der im Herbst 1901 begonnen und im darauffolgenden Herbst bezogen wurde, wurde nicht wie die bisherigen Räume in Fachwerk, sondern in massiver Bauweise ausgeführt. Er erhielt auch ein Obergeschoß, in dem neben einigen anderen Räumen eine Dienstwohnung für den Maschinisten Platz fand.

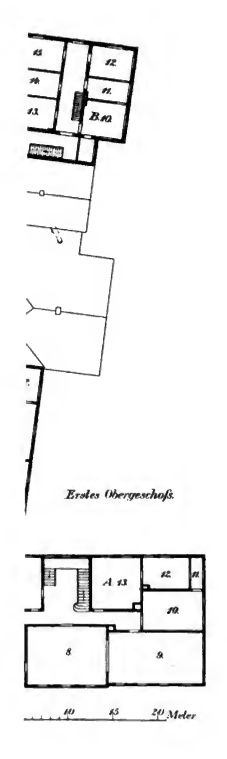
Die innere Einrichtung dieses Baues wurde vom Staat übernommen. In dem Hauptsaale kamen Ende des Jahres 1902 eine Zerreißmaschine und eine Torsionsmaschine, sowie eine elektrisch angetriebene Pumpe mit Windkessel zur Aufstellung. Später (1905) ist die Einrichtung noch durch eine Peltonturbine und eine hydraulische Presse vervollständigt worden.

LORENZ schied Ostern 1904 aus dem Amte, um an der neugegründeten technischen Hochschule in Danzig den Lehrstuhl für Mechanik einzunehmen. Nach einem Interregnum von einem Semester, in dem E. RIECKE das Institut verwaltete, wurde zum Herbst L. PRANDTL, bis dahin Professor an der technischen Hochschule Hannover, zum Direktor der Abteilung berufen.

Das Jahr 1905 brachte einen letzten sehr erfreulichen Fortschritt für das Institut. Nach dem Umzuge des physikalischen Instituts in das neue Haus an der Bunsenstraße wurden die alten Räume an die „angewandte Mathematik“ und die „technische Physik“ verteilt, so zwar, daß die an das Maschinenlaboratorium angrenzenden Räume am Leinekanal den Zwecken der technischen Physik, die an der Prinzenstraße denen der angewandten Mathematik überwiesen wurden; beiden Instituten gemeinsam ist ein Hörsaal und ein (allerdings erst als Projekt vorhandenes) Lesezimmer.

Die Zusammengehörigkeit der beiden Institute, die ja keineswegs eine bloß äußerliche ist, ist bald nachher durch die gemeinsame Bezeichnung als „Institut für angewandte Mathematik und Mechanik“ zum Ausdruck gekommen.[1])

1) Der bisherige Name „technische Physik“ ist aufgegeben worden, um das Arbeitsgebiet des Instituts von der angewandten Elektrizitätslehre wirksam zu unterscheiden, die auch zur technischen Physik gerechnet werden kann. Der Begriff Mechanik ist dabei in seinem weitesten Sinne, auch die Thermodynamik umfassend, genommen.


15
12.
14.
11.
13.
B.10.
Erstes Obergeschoss.
A 13.
12.
11.
10.
8.
9.
10
15
20 Meter

Beschreibung der Institutseinrichtungen.

Was die Verteilung der Räume der Abteilung A betrifft (vergl. den Plan Tafel V), so ist die Sammlung der feineren geodätischen und nautischen Instrumente im Erdgeschoß in dem auf dem Plane mit A 1 bezeichneten Raume untergebracht — vergleiche die Abbildung 2, die eine Auswahl der bemerkenswertesten Instrumente zur

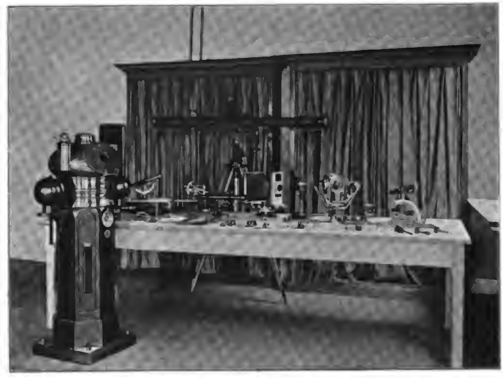


Abb. 2. Geodätische Instrumente.

Anschauung bringt, von denen zwei Phototheodoliten, ein ZEISSsches Telemeter (im Hintergrund), sowie ein vollständiger Schiffskompaß (links) besonders hervorgehoben werden mögen. Demnächst wird die Sammlung durch einen ZEISSschen Stereokomparator bereichert werden, für den die Göttinger Vereinigung die Mittel zur Verfügung gestellt hat. Die übrigen Zimmer des Erdgeschosses (Plan A 2, 3, 4, 5) enthalten eine Sammlung von einfacheren geodätischen Geräten und sind auch für den geodätischen Unterricht bestimmt. In der ersten Etage dienen fünf Räume (Plan A 6, 7, 8, 9, 13) als Zeichensäle. Es sind hier etwa 60 Zeichentische so aufgestellt, daß sie bei Tage

ausreichend durch das Tageslicht beleuchtet sind. Zugleich ist für künstliche Beleuchtung durch Nernstlampen und Auerbrenner Sorge getragen. In dem Raume 13 ist ein geeigneter Waschtisch zum Aufspannen der Zeichenbogen vorgesehen. Raum Nr. 10 ist Direktorzimmer, Nr. 12 als Dunkelkammer und Nr. 11 als Werkstatt eingerichtet. In dem Dachgeschoß befindet sich die Wohnung für den Hausverwalter.

Eine etwas ausführlichere Beschreibung verlangen die Einrichtungen der Ab-

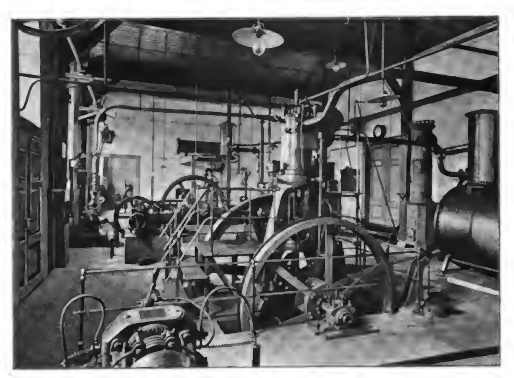


Abb. 3. Wärmekraftmaschinensaal.

teilung B; ein Rundgang durch die Räume mag den augenblicklichen Stand des Laboratoriums vor Augen führen.[1])

Wir beginnen mit dem Wärmekraftmaschinensaal (1), der 1905 durch Hinzunahme des früheren Durchganges (1*) vergrößert worden ist (Abb. 3). Er enthält die 15pferdige Dampfmaschine (*a*) (eine Einzylinderschiebermaschine von Knoevenagel

1) Die im Text beigefügten Ziffern und Buchstaben beziehen sich auf den Plan (Tafel V), in den die Maschinen sowie die sonstigen festaufgestellten Einrichtungen eingetragen sind.

in Hannover), die mit einem Einspritzkondensator (*b*) und einem Oberflächenkondensator (*c*) ausgerüstet ist; als Hilfsvorrichtung zur Messung von Kondensat und Kühlwasser dient ein Behälter (*d*) auf einer Dezimalwage und ein Messgefäß (*e*). An die gleichen Leitungen wie die Dampfmaschine ist angeschlossen eine de Lavalsche Dampfturbine (*f*) der Maschinenbauanstalt HUMBOLDT in Kalk bei Köln, welche bei 24 000 Umdrehungen pro Minute die gleiche Leistung entwickelt, wie die Dampfmaschine bei 120 Umdrehungen.

Die 10pferdige Gasmaschine (*g*) der Gasmotorenfabrik Deutz ist die normale Betriebsmaschine des Maschinenlaboratoriums; sie treibt unter Zwischenschaltung eines Riemendynamometers (*h*) von FISCHINGER, das die durchgeleitete Arbeitsleistung zu messen gestattet, die Transmissionswelle (*i*) an der Westmauer des Saales, von der aus die Kältemaschine (4*a*), sowie die Kondensatpumpe des Oberflächenkondensators betrieben wird. (Für einen gleichfalls an die Transmission anzuschließenden Versuchsventilator ist einstweilen der Platz vorgesehen).

Von der Gasmaschine wird ferner die Universaldynamo (*k*) der Allgemeinen Elektrizitätsgesellschaft in Berlin angetrieben, die neben Gleichstrom von 80 Volt auch Ein-, Zwei- und Dreiphasenstrom liefern kann; sie diente, zusammen mit einer im Keller aufgestellten Batterie von 100 Ampère-Stunden-Kapazität, früher, wie schon erwähnt, zur Beleuchtung der königlichen Bibliothek, außerdem als Hilfsmaschine für das elektrotechnische Laboratorium; jetzt versorgt sie nur mehr das Institut mit Strom.

Die Mitte des Saales wird eingenommen von einem 20pferdigen Dieselmotor (*l*) der Maschinenbaugesellschaft Nürnberg, der größten Maschine des Laboratoriums. Für die thermodynamische Untersuchung der Gasmaschine und des Dieselmotors dient neben den Einrichtungen zur Messung der Gas- bezw. Petroleumzufuhr ein großer Gasmesser (*m*) von ELSTER in Berlin zur Messung der angesaugten Verbrennungsluft; die Gefäße *n* dienen zur Messung des Kühlwassers beider Maschinen.

An allen vorgenannten Kraftmaschinen befinden sich Bremsen und Indiziervorrichtungen zur Ermittlung der Maschinenleistung, ferner vollständige Einrichtungen zur Aufstellung der Wärmebilanz.

Ein kleiner Petroleummotor (*o*) von KUHN in Stuttgart vervollständigt die Sammlung von Wärmekraftmaschinen, in der freilich der modernste Typ, der Automobilmotor, bis jetzt noch fehlt.

Im Raum 2 finden wir den Dampfkessel (*a*) für die Dampfmaschinenanlage, einen stehenden Siederohrkessel von 20,3 qm Heizfläche, geliefert von KNOEVENAGEL in Hannover, hierzu gehörig ein Brunnen (*b*) zur Speisewassermessung. Der ab-

getrennte Teil des Raumes dient als Magazin; in einer Ecke befindet sich ein Schmiedefeuer.

Raum 3 ist das Arbeitszimmer des Assistenten und Ausgabestelle der Messinstrumente. Hier wird auch die Besprechung und Berechnung der Praktikums-Versuche vorgenommen.

Im Raum 4 befindet sich eine Kohlensäure-Kälteanlage von 8000 W.-E. pro Stunde Kälteleistung, geliefert von der Maschinenfabrik L. A. RIEDINGER in Augsburg; *a* ist der Kompressor, *b* der Verdampfer, in dem die flüssige Kohlensäure verdampft und dadurch die zirkulierende Salzlösung kühlt; *c* ist der Kondensator, in dem die Kohlensäure wieder mit Hilfe von Kühlwasser verflüssigt wird.

Raum 5 enthält eine Generatorgasanlage (Dowsongas) von der Gasmotorenfabrik Deutz, die 200 cbm Gas pro Stunde liefern kann. *a* ist der Generator, *b* der Dampfkessel, *c* und *d* Reinigungsapparate. Im Hof befinden sich zwei Messgasometer (*e*) zur abwechselnden Füllung und Entleerung, sowie ein Sammel-Gasometer (*f*) von größerem Inhalt. Von dort führt auch eine Leitung zum Gasmotor, der, eigentlich für Leuchtgas gebaut, auch den Betrieb mit Generatorgas zulässt.

Wir gehen nun durch den Hausflur (6), von dem aus eine Treppe in die im ersten Stock befindliche Maschinistenwohnung (10—14) und in ein Zimmer (15) führt, in dem sich eine meteorologische Beobachtungsstelle befindet, die wegen des Anschlusses der Beobachtungen einstweilen noch weiter unterhalten wird. Jenseits des Hausflurs gelangen wir in den Maschinensaal für Festigkeitslehre und Hydraulik (7) (Abb. 4). Es findet sich hier eine elektrisch angetriebene Zerreißmaschine (*a*) von MOHR & FEDERHAFF in Mannheim, mit der neben Zugversuchen auch Druck-, Biege- und Scherversuche mit nicht zu starken Probekörpern ausgeführt werden können; ihre größte Kraftleistung ist 15000 kg. Ferner ist eine Torsionsmaschine (*b*) von AMSLER-LAFFON in Schaffhausen (Maximalleistung 150 mkg) und eine hydraulische Presse (*c*) von 150000 kg Maximalkraft, geliefert von der Maschinenbaugesellschaft Nürnberg, vorhanden. Auf letzterer Maschine können Stücke bis zu 1,20 m Höhe gedrückt werden, so daß sie auch für Knickversuche verwendbar ist. Zur Formänderungsmessung dienen MARTENSsche Spiegelapparate.

An hydraulischen Einrichtungen ist bis jetzt folgendes vorhanden: eine Differential-Kolbenpumpe (*d*) mit verstellbarem Hub und auswechselbaren Kolben von verschiedenen Durchmessern, für 10 Atmosphären Maximaldruck, geliefert von A. KNOEVENAGEL in Hannover; sie wird durch einen 10pferdigen Elektromotor (*e*) mit Hilfe eines Vorgeleges angetrieben, und zwar ist die Einrichtung getroffen, durch elek-

trische Schaltung und auswechselbare Riemenscheiben jede Tourenzahl zwischen 60 und 400 Umdrehungen pro Minute einzustellen. Vermittelst einer einfachen Hilfseinrichtung kann man die Pumpe auch als Luftkompressor laufen lassen. Mit der Pumpe steht in Verbindung ein Windkessel (*f*) von 1,8 cbm Inhalt und Einrichtungen zu Ausflußversuchen mit Luft und Wasser. Als Saugbehälter dient ein gemauerter Brunnen (*g*) von etwa 7 cbm Inhalt. Als Vertreter der hydraulischen Kraftmaschinen



Abb. 4. Maschinensaal für Festigkeitslehre und Hydraulik.

ist einstweilen ein 6pferdiges Peltonrad (*h*) von Breuer & Co. in Höchst a. M. vorhanden, das sein Kraftwasser von der Pumpe erhält und es behufs Messung der verbrauchten Menge in einen Behälter mit geaichten Ausflußmündungen ausgießt. Zur Vervollständigung der hydraulischen Einrichtungen ist projektiert eine Zentrifugalpumpe und eine von ihr getriebene Vollturbine. — Die in diesem Raume als Betriebsmittel verwendete Elektrizität wird dem städtischen Netz (Dreileiter mit ± 220 Volt) entnommen.

Das an den Maschinenraum angrenzende Zimmer (8) dient als Arbeitsraum für Versuche mit kleineren Mitteln, sowie während des Praktikums als Vortrags- und Rechenzimmer; hier hat auch eine von Krupp in Essen dem Institut geschenkte Sammlung von Schießproben (Panzerplatten und Geschosse), sowie Festigkeitsproben Aufstellung gefunden. Raum 9 ist eine mechanische Werkstätte, enthaltend eine größere Leitspindeldrehbank (*a*) mit elektrischem Antrieb, eine kleinere Supportdrehbank (*b*) mit Fußbetrieb, sowie eine Fräsmaschine (*c*).

Gehen wir nun durch das ganze Haus zurück, und durch eine Tür im Maschinenraum einige Stufen hinauf zu den 1905 hinzugekommenen Räumen. Eingerichtet ist bis jetzt das photographische Dunkelzimmer 16, sowie das Zimmer 17, das dem Direktor der Abteilung zum Arbeitszimmer dient. Raum 18 ist für hydrodynamische Untersuchungen bestimmt und hat zu diesem Zweck einen wasserdichten Fußboden mit Ablauf erhalten. Bis jetzt ist ein der Vollendung entgegengehender hydrodynamischer Universalapparat[1]) aufgestellt, in dem sich ein durch eine Zentrifugalpumpe betriebener Wasserumlauf befindet; Leitvorrichtungen und Siebe sorgen für eine geordnete Bewegung; durch Einbau verschiedener Gerinne in den Apparat lassen sich Strömung um Hindernisse, Überfälle, stehende Wellen, Fließen in geraden und krummen Gerinnen studieren.

Raum 19 soll für einfachere Untersuchungen in Mechanik und Wärmelehre verwendet werden.

Durch das Treppenhaus gelangt man zu den Räumen 20—22, von denen 20 und 21 für mikroskopische und metallographische Untersuchungen bestimmt sind, während 22 chemisches Zimmer werden soll. Der Saal 23 soll neben einer Vorlesungssammlung einen Rundlauf für Anemometeruntersuchung und sonstige aërodynamische Versuche erhalten.

Den beiden Abteilungen gemeinsam ist, wie schon erwähnt, der Hörsaal (*C* 1 im Plan Tafel V) und das projektierte Lesezimmer (*C* 2). Der Hörsaal (der frühere physikalische Hörsaal) hat 70 Sitzplätze, die treppenförmig aufsteigen. An der Vorderwand befindet sich eine die ganze Breite einnehmende feste Wandtafel, über der herabklappbar ein großer Rechenschieber von 2,5 m Länge (ein Geschenk der Firma A. W. Faber) schwebt. Vor der Wandtafel soll ein Vorlesungstisch mit Einrichtung zum Aufbauen einfacher mechanischer Versuche Aufstellung finden. Ein lichtstarker

---

1) Vergl. hierzu L. Prandtl, Über Flüssigkeitsbewegung bei sehr kleiner Reibung, Verhandlungen des Internationalen Mathematikerkongresses zu Heidelberg 1904; Leipzig 1905, S. 484.

Projektionsapparat, der auch die Abbildung von undurchsichtigen Gegenständen erlaubt, wird die Einrichtung vervollständigen. Die Mittel hierzu sind von der Göttinger Vereinigung zur Verfügung gestellt worden.

In dem Lesezimmer wird vorerst nur die Handbibliothek der Abteilung für angewandte Mechanik zur Aufstellung gelangen, doch ist beabsichtigt, im Laufe der Zeit die Bibliothek so zu erweitern, daß in ihr die wichtigste Literatur auf dem Gesamtgebiet der angewandten Mathematik und Mechanik zugänglich gemacht werden wird.

Unterrichtsbetrieb.

Man kann die allgemeine Aufgabe des Instituts für angewandte Mathematik, wie sie sich jetzt entwickelt hat, so formulieren, daß die Mathematik in ihren Beziehungen zu den experimentellen Wissenschaften gelehrt werden soll, so zwar, daß die Studierenden nicht nur die mathematischen Theorien kennen lernen, sondern auch die numerische und graphische Durchführung der Probleme. Zu dem Zwecke muß der Unterricht ähnlich gestaltet werden wie die in den experimentellen Wissenschaften schon seit langem üblichen praktischen Übungen. Die Studierenden arbeiten einzeln an den ihnen gestellten Aufgaben und werden dabei von dem Professor und seinem Assistenten beraten. Sie sollen zugleich die nötigen Fertigkeiten im Zeichnen und in der Handhabung geodätischer und mathematischer Apparate (Rechenschieber, Rechenmaschine, Planimeter etc.) erlernen, sowie auch die Kunst, eine Rechnung geeignet anzuordnen und zu kontrollieren.

Auch für die grundlegenden Elementarvorlesungen des mathematischen Gesamtbetriebs werden solche Übungen eingerichtet. Es lassen sich die Aufgaben so wählen, daß sie sich auf wirkliche Dinge beziehen, ohne daß es doch nötig wäre, zu viel Zeit mit der Auseinandersetzung der Aufgaben zu verlieren. Dabei ist immer Gewicht darauf gelegt, daß der Studierende den Ansatz, d. h. die mathematische Formulierung des Problems zu machen hat. Die mathematische Ausführung, nachdem der Ansatz gefunden ist, bildet in vielen Fällen den geringeren Teil der Aufgabe. Die Erfahrung lehrt, daß von dem Verständnis der mathematischen Beweise bis zu der Fähigkeit, sich der mathematischen Hilfsmittel zur Erforschung oder Beschreibung wirklicher Verhältnisse zu bedienen, noch ein weiter Schritt ist. Durch Vorlesungen allein wird diese Fähigkeit nicht genügend gepflegt.

Der individuelle Unterricht bei den Übungen hat zugleich den großen Vorzug, daß er auf die Auffassung des Einzelnen eingehen, seine Einwände widerlegen, seine Mißverständnisse beseitigen und eigene Gedankenbildungen des Schülers ermutigen und vertiefen kann.

In dieser Weise ist im Sommer 1905 und im Winter 1905/06 die Differential- und Integralrechnung behandelt worden und die Theorie der Differentialgleichungen ist für den Sommer 1906 in Aussicht genommen. Daneben stehen Spezialvorlesungen. Im Winter 1905/06 wurden Vorlesungen und Übungen über die graphischen Methoden der Physik und Mechanik abgehalten.

Alle zwei Jahre findet eine Vorlesung über darstellende Geometrie statt, verbunden mit den nötigen Übungen. In der Geodäsie erteilt E. WIECHERT einen regelmäßigen Unterricht durch Vorlesungen und Übungen, dessen Kursus zwei Semester umfaßt. Die Vorlesungen behandeln niedere und höhere Geodäsie, Nautik, Markscheidekunst und verwandte Gebiete, wobei auch die Rechnungsmethoden besprochen werden. In den Übungen wird gelehrt, wie man mit den geodätischen, nautischen und Markscheideinstrumenten umgeht, wie man sie justiert und wie man ihre Fehler bestimmt. Dazu kommen praktische Vermessungsübungen im freien Felde, bestehend in einer Triangulation, einer Kleinvermessung, einer Nivellierung, einer barometrischen Höhenmessung und Aufnahmen mit tachymetrischen Instrumenten und Meßtisch. Die Ergebnisse der Messung werden teils durch Rechnung, teils durch Zeichnung verarbeitet.

Die Wahrscheinlichkeitsrechnung wird gewöhnlich als selbständige Vorlesung gelesen entsprechend dem allgemeinen Interesse, welches diese Disziplin für die verschiedensten Gebiete nicht nur des naturwissenschaftlichen Studiums besitzt (z. B. für das Versicherungswesen).

Der Unterricht in der Abteilung für angewandte Mechanik gliedert sich in Vorträge (z. T. mit Übungen), in Praktika, sowie in Anleitung zu wissenschaftlichen Arbeiten. Die Einrichtungen des Instituts dienen dabei als Anschauungsmaterial bei den Vorträgen, hauptsächlich aber als Versuchsobjekte beim Praktikum und bei experimentellen Forschungen.

Das Praktikum wurde bisher in zwei Abteilungen von je einem Semester abgehalten. Die erste und am meisten frequentierte[1]) Abteilung umfaßt die Unter-

1) Die grösste Teilnehmerzahl war bisher 22; die Gesamtfrequenz seit der Gründung beträgt augenblicklich 196 Teilnehmer.

suchungen an den Wärmekraftmaschinen, einschliesslich der Kältemaschine. Es werden dabei hauptsächlich diejenigen Messungen gemacht, die zur Ermittlung der indizierten und effektiven Leistung, sowie zum Nachweis der thermodynamischen Gesetze dienen: Aufnahme von Indikatordiagrammen (und Planimetrierung), Messung der Umdrehzahl, des Bremsmoments, der zugeführten Menge des Arbeitsmittels, Heizwertbestimmung, Messung der abgeführten Wärmemengen usw. In der anderen, von der ersten unabhängigen Abteilung werden die wichtigsten Versuche auf dem Gebiete der Festigkeitslehre und Hydraulik gemacht: Zug, Druck, Biegung, Scherung, Torsion, Knickung, an charakteristischen Materialien, unter Messung der feinen und groben Formveränderung; Untersuchung der Pumpe und des Peltonrades, Ausfluß von Wasser und Luft.

Die Zusammensetzung des Teilnehmermaterials ist — besonders beim Wärmemaschinenpraktikum — ziemlich bunt; hauptsächlich sind es Mathematiker und Physiker, sowie Chemiker, aus höheren und niederen Semestern. Eine systematische Vorbereitung auf das Praktikum (durch vorhergegangene Vorträge über Maschinenwesen, Wärmelehre usw.) ist bei den wenigsten vorhanden. Da man so ungeübte Leute mit einer Maschine nicht allein lassen darf, wo doch durch einen einzigen falschen Handgriff leicht die ganze Messung verdorben, wenn nicht gar ein Unglück herbeigeführt werden könnte, so muß das Praktikum im großen und ganzen als ein Demonstrationspraktikum abgehalten werden, bei dem nach einem einleitenden Vortrage die Einzelaufgaben der Messung an die Studenten verteilt werden, und dann der Versuch unter Leitung des Vortragenden vorgenommen wird; die Auswertung des Resultats geschieht in gemeinsamer Arbeit; hierauf erfolgt eine Besprechung der Ergebnisse, besonders Vergleich mit der Theorie und mit anderen Versuchsresultaten.

Da die selbständige Betätigung der Studierenden auf diese Weise wenig zur Ausbildung gelangt, ist außer dem bisherigen Praktikum die Einrichtung eines Anfängerpraktikums geplant, welches einfachere Aufgaben aus der Mechanik der starren Körper, sowie aus der Festigkeitslehre und Hydraulik umfassen und so Gelegenheit geben soll, mit verhältnismäßig bescheidenen (und daher auch an Schulen beschaffbaren) Mitteln die wichtigsten mechanischen Messungen kennen und ausführen zu lernen.

Zu selbständigen wissenschaftlichen Arbeiten steht die ganze Laboratoriumseinrichtung den sich Meldenden offen. Allerdings muß eine gewisse Vertrautheit mit der Behandlung der Maschinen vorausgesetzt werden; doch steht dabei sachkundige Hilfe von seiten des Personals zur Verfügung. Größere Experimental-

arbeiten sind bis jetzt vorgenommen worden am Gasmotor[1])[2]) und der Generatorgasanlage[1]), an der Dampfturbine[3]), am Dieselmotor[4]) und an den Festigkeitsmaschinen[5])[6]), ferner Versuche über die spezifische Wärme des Wasserdampfes[7]). Nebenher gingen einige theoretische Arbeiten[8])[9])[10]). Augenblicklich in Arbeit oder in Vorbereitung sind Versuche über Ausströmen von Druckluft[11]), über die elastischen Eigenschaften von Gußeisen und Steinen, über die spezifische Wärme von Salzlösungen für Kältemaschinen, über die Wärmedaten von hochsiedenden Dämpfen für Mehrstoffmaschinen, sowie Versuche an dem hydrodynamischen Apparat.

Um das vorstehend entworfene Bild des Unterrichtsbetriebes zu vervollständigen, mag hier ein Verzeichnis der von den bisherigen Direktoren gehaltenen Vorlesungen folgen; wiederholt gehaltene Vorträge sind dabei nur einmal aufgeführt.

Allgemeine Maschinenlehre, Maschinentechnik, Technologie (für Hörer aller Fakultäten, insbesondere Juristen); landwirtschaftliche Maschinenlehre; technische Mechanik, dynamische Aufgaben der Technik, Festigkeitslehre, Hydromechanik, Hydraulik und Gasdynamik, Thermodynamik, technische Wärmelehre, Wärmemotoren, Theorie der mechanischen Meßinstrumente, technisches Zeichnen.

Die beiden Abteilungen des Instituts vereinigen sich im Seminarunterricht. Es werden hier von den Teilnehmern Vorträge gehalten, die ein Thema aus den tech-

1) Eugen Meyer, Untersuchungen am Gasmotor. Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure Bd. 45 (1901), S. 1297 und 1341, Bd. 46 (1902), S. 945, 996, 1303 und 1391; Mitteilungen über Forschungsarbeiten, herausgegeben vom Verein deutscher Ingenieure. Heft 3 (1901), S. 1 und Heft 8 (1903), S. 55.

2) G. Horovitz, Über die Wärmeausnutzung in der Gasmaschine. Dissertation 1902.

3) E. H. Schütz, Die Ausnutzung des Dampfes in den Lavalturbinen. Dissertation 1901.

4) W. Luyken, Über den Verbrennungsprozeß im Dieselmotor. Dissertation 1904.

5) H. Hort, Über die Wärmevorgänge beim Zerreißversuch. Dissertation 1906.

6) S. Berliner, Das elastische Verhalten von Gußeisen bei langsamen Belastungswechseln. Dissertation 1906.

7) H. Lorenz, Die spezifische Wärme des überhitzten Wasserdampfes. Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure 1904, S. 698.

8) W. Hort, Die Entwicklung des Problems der stetigen Kraftmaschinenregelung. Dissertation 1904.

9) K. Giebel, Über den Einfluß der Hemmung auf den Gang der Uhr. Dissertation 1905.

10) S. Timoschenko, Über die Stabilität der Biegung eines I-Trägers bei Belastung in Richtung der größten Steifigkeit. St. Petersburg 1906.

11) Vergl. hierzu L. Prandtl, Beiträge zur Theorie der Dampfströmung durch Düsen, Zeitschr. d. Vereins deutsch. Ing. 48 (1904), S. 348; Über die stationären Wellen in einem Gasstrahl, Physikal. Zeitschrift 5 (1904), S. 599; ferner Encyklopädie der math. Wiss. Bd. V, 5b (Strömende Bewegung der Gase und Dämpfe).

nischen Wissenschaften behandeln. Dieser Unterricht bildet die Fortsetzung einer Reihe von Seminaren, die F. Klein seit 1899 gehalten hat.[1]) Die Vorträge werden in gemeinsamen Besprechungen vorbereitet und diskutiert. Die technischen Wissenschaften sind reich an Kapiteln, deren volles Verständnis eine tiefe mathematische Bildung erfordert. Der Unterricht setzt sich zum Ziel, die Entwicklung der mathematischen Methoden zu vereinigen mit dem vollen Verständnis der praktischen Probleme in dem Umfang und in der Fassung, wie sie sich dem ausübenden Ingenieur darbieten.

Das neue Institut ist in dieser Festschrift unter die physikalischen Institute gerechnet worden. Der Anlaß dazu ist nicht nur der äußerliche, daß die Übersiedlung der Physik in ihre neuen Räume die alten Räume freigegeben und dadurch die Errichtung unsres Institutes erst ermöglicht hat. Es ist auch eine innere Beziehung vorhanden. Bei der Abteilung B liegt sie am Tage. Denn die angewandte Mechanik galt überhaupt bisher als ein Zweig der Physik. Aber auch die angewandte Mathematik hält ihre enge Verwandtschaft zur Physik aufrecht, wie überhaupt die gute wissenschaftliche Verständigung und Durchdringung der mathematischen und physikalischen Fächer eine alte Göttinger Tradition ist.

---

1) Die Gegenstände der Kleinschen Seminare waren:

Winter 1899—1900: Theorie des Schiffes. Sommer 1900: Technische Anwendungen der Elastizitätstheorie (zusammen mit Abraham). Winter 1900—1901: Anwendungen der projektiven Geometrie. Sommer 1901: Geodäsie. Winter 1901—1902: Technische Mechanik. Sommer 1902: Elementare Aufgaben der himmlischen Mechanik (zusammen mit Schwarzschild). Winter 1902—1903: Prinzipien der Mechanik (zusammen mit Schwarzschild). Sommer 1903: Graphische Statik mit Festigkeitslehre (zusammen mit Schwarzschild). Winter 1903—1904: Ausgewählte Kapitel der Hydrodynamik (zusammen mit Schwarzschild). Sommer 1904: Wahrscheinlichkeitsrechnung (zusammen mit Brendel, Caratheodory und Schwarzschild). Winter 1904—1905: Elastizitätslehre (zusammen mit Prandtl, Runge und Voigt). Sommer 1905: Elektrotechnik (zusammen mit Prandtl, Runge und Simon). Die Elektrotechnik wurde zusammen mit Simon von Prandtl und Runge im Winter 1905—1906 fortgesetzt. Im Sommer 1906 ist von Prandtl und Runge ein Seminar über graphische Statik geplant.



Abb. 1. Das Institut für physikalische Chemie.

VI.

Das Institut für physikalische Chemie.

Von

FRIEDRICH DOLEZALEK.

Wenn in dieser Festschrift auch über das schon ein Dezennium bestehende Institut für physikalische Chemie der Georgia Augusta einige Worte gesagt werden, so geschieht dies deshalb, weil einerseits diese wissenschaftliche Arbeitsstätte auch zu den Zweigen gehört, welche das physikalische Hauptinstitut getrieben, andererseits deshalb, weil dessen berühmter Begründer und bisheriger Leiter, Herr Professor NERNST, einem ehrenvollen Rufe folgend, kürzlich die Göttinger Universität verließ, und hierdurch in der Entwicklungsgeschichte des Institutes ein historischer Abschnitt herbeigeführt wurde. Außerdem ist ein Rückblick auf die glanzvolle Entwicklung, auf die zahlreichen wissenschaftlichen Leistungen dieses Institutes wohl geeignet, die Festesfreude des Mutterinstitutes noch zu mehren.

Der Geburtstag dieser physikochemischen Arbeitsstätte fällt in den Oktober 1891, als im physikalischen Institut eine besondere Abteilung für physikalische Chemie eingerichtet und NERNST unterstellt wurde. Infolge des raschen Aufblühens des erst

wenige Jahre alten Wissenszweiges und besonders infolge des Umstandes, daß dieses selbst mit in erster Linie den hervorragenden Forschungsarbeiten des Abteilungsleiters zu danken war, wurden die zu Gebote stehenden Räumlichkeiten bald viel zu eng, so daß Ende 1894 die Gründung eines größeren Spezialinstitutes für physikalische Chemie beschlossen wurde. Mit einem gesamten Kostenaufwande von 105 000 Mark war auch bereits Ostern 1895 ein massives Wohnhaus in der Bürgerstraße 50 durch einen Anbau vergrößert und zu einem geräumigen Institut[1]) ausgebaut worden. Für die innere Einrichtung mit Maschinen, Apparaten und dergleichen wurde die Summe von 60 000 Mark ausgeworfen. Die erste Etage (siehe Abbildung 1) des Hauptgebäudes diente als Direktorwohnung. Das Erdgeschoß enthielt außer einem Auditorium 18 Arbeitsräume, das Kellergeschoß 3 Vorratsräume, den Maschinenraum, den Akkumulatorenraum, einen tief gelegenen Raum für Arbeiten bei konstanter Temperatur und noch 10 weitere Arbeitsräume. Die Arbeitsräume beider Stockwerke bestehen teilweise aus größeren Zimmern für die Abhaltung des physikochemischen Praktikums, der elektroanalytischen und der elektropräparativen Übungen usw., teilweise aus kleineren, nur für einen selbständigen Arbeiter bestimmten Räumen. Diese Einteilung hat sich die Jahre hindurch außerordentlich bewährt, da eine große Zahl physikochemischer Untersuchungen, wie z. B. das Arbeiten mit der Telephonbrücke und dergleichen, gesonderte, geräuschfreie Räume erfordert.

Der wissenschaftliche Name des Institutsleiters brachte es mit sich, daß gleich vom Eröffnungstage an nicht nur aus Deutschland, sondern aus allen Teilen der Welt Schüler herbeiströmten und das Institut füllten, so daß schon am Einweihungstage (2. Juni 1896) eine stattliche Zahl von begeisterten Schülern ihrem Lehrer und Meister Huldigungen darbringen konnten. Auch in der Folgezeit wuchs die Frequenz noch weiter an, wodurch bereits nach wenigen Jahren (1898) eine weitere Vergrößerung des Institutes notwendig wurde. In diese erste Periode der Institutsentwicklung (1895—1898) fällt auch bereits eine große Zahl wertvoller wissenschaftlicher Arbeiten. Ich erwähne hiervon nur: Die Präzisionsmessungen über den Gefrierpunkt von Lösungen (ABEGG, NERNST, ROLOFF), die Ausarbeitung und Anwendung der Messungsmethoden zur Bestimmung von Diëlektrizitätskonstanten von Flüssigkeiten und Flüssigkeitsgemischen, zur Messung der Polarisationskapazität von Elektroden, des inneren Widerstandes galvanischer Elemente bei Stromdurchgang (ABEGG, MALTBY, NERNST, PHILIP,

1) Vergl. W. NERNST, Das Institut für physikalische Chemie und besonders Elektrochemie an der Universität Göttingen. Festschrift zur Einweihungsfeier. W. Knapp, Halle a. S. 1896.

RATZ, GORDON, SCOTT, HAAGN), die elektropräparativen und elektroanalytischen Arbeiten von KÜSTER, LORENZ, SPECKETER, VON STEINWEHR, Untersuchungen über die elektrolytische Abscheidung des Kohlenstoffes von COEHN, die Ausbildung der Methode zur Bestimmung der Zersetzungsspannung von Lösungen (BOSE, GLASER, NERNST), Untersuchungen über den sogenannten Reststrom (DANNEEL, SALOMON), eine ausgedehnte Untersuchung von BODLÄNDER über feste Lösungen, eine ausführliche Arbeit über die Erzeugung Lenardscher Strahlen von DES COUDRES und mehrere Arbeiten auf dem Gebiete der wissenschaftlichen Photographie von ABEGG. Wie hieraus zu ersehen, entwickelte sich in dem jungen Institut sofort eine sehr rege und äußerst vielseitige wissenschaftliche Tätigkeit. Aber auch Leistungen von hervorragender technischer Bedeutung fallen in diese Periode. Erstand dort doch im Jahre 1897 das erste elektrolytische Glühlicht, die erste Nernstlampe, welche die ganze elektrische Beleuchtungstechnik in neue Bahnen lenkte, ihr zu einem neuen großen Aufschwung verhalf und vielen Hunderten von Menschen Arbeit und Erwerb brachte.



Abb. 2. Grundriß des Erdgeschosses.

Die Zahl der fabrizierten und in alle Welt versandten Nernstlampen beträgt heute mehrere Tausend Stück pro Tag. Im ganzen wurden bisher 4 Millionen Nernstlampen bezw. Nernstbrenner fabriziert. Die Lampe ist infolge der viel günstigeren Strahlung des Fadens der alten Kohlefadenlampe erheblich überlegen, auch bildet sie in den größeren und lichtstärkeren Formen ein wertvolles Zwischenglied zwischen Glüh- und Bogenlampe. Sie entspricht hierdurch einem lange bestehenden dringenden Wunsche der Beleuchtungstechniker. Es braucht hiernach wohl nicht besonders hervorgehoben zu werden, daß diese Erfindung eine hohe wissenschaftliche und wirtschaftliche Bedeutung besitzt und daß die zur Errichtung des Institutes aufgewandten Summen hiergegen weit zurücktreten.

Der Erfinder hat später in uneigennütziger Weise aus eigenen Mitteln (40 000 Mark) das Institut durch einen Anbau vergrößern lassen. Es entstanden hierdurch die Räume XIV, XV, XVI im Erdgeschoß (siehe nebenstehenden Grundriß Abb 2) und entsprechende Arbeitsräume im Kellergeschoß. Das Institut besitzt daher heute die in nebenstehendem Grundriß des Erdgeschosses wiedergegebene Gestalt und Größe.

Von der Freitreppe aus gelangt man durch den Korridor zunächst zu den beiden mit Drehbänken, Hobelbank und Werktischen ausgestatteten Werkstattsräumen des Institutsmechanikers (VI und VII) und zu zwei Assistentenzimmern (VIII und IX), alsdann zur Institutsbibliothek (V), in welcher die wichtigsten Zeitschriften und über 100 chemische und physikalische Lehrbücher zur freien Benutzung der Studierenden ausliegen. Die Bücher können abends von den Studierenden auch mit in die Wohnungen genommen werden. Trotz dieser liberalen Bibliotheksordnung ist in dem Zeitraum von 10 Jahren nur ein einziges wertloses Buch verloren gegangen, andererseits aber das theoretische Studium der Doktoranden ganz bedeutend gefördert worden.

Von der Bibliothek durch den Korridor weitergehend gelangt man linker Hand zunächst zu dem Sammlungsraum (IV), in welchem auf offenen Regalen und in Schränken die zur Zeit nicht in Gebrauch befindlichen Apparate und Meßinstrumente aufbewahrt werden. Diese Sammlung ist im Laufe der Jahre sehr bereichert worden, so daß das Institut jetzt über ein außerordentlich großes Instrumentarium verfügt. Von wertvolleren Apparaten sind z. B. vorhanden: 20 Spiegelgalvanometer, 22 Zeigergalvanometer, 13 Elektrometer, 30 Widerstandskästen, 80 Regulierwiderstände, 10 Walzenbrücken, 60 Strommesser, mehrere Präzisionswagen, Spektrometer, Refraktometer, Wechselstrommeßapparate, Funkeninduktoren, Transformatoren, Kondensatoren, Ablesefernrohre, Mikroskope, eine Hochfrequenzmaschine, eine größere Zahl kleiner Heißluftmotore usw.

Dem Sammlungsraum gegenüber befinden sich die Arbeitszimmer des Direktors (XI, XII, XIII); sie stehen durch eine Tür mit dem Treppenhaus der Direktorwohnung unmittelbar in Verbindung. Das Zimmer II ist für die Ausführung größerer, rein chemischer Arbeiten eingerichtet, mit Abzügen und chemischen Arbeitstischen versehen und dient besonders für solche Untersuchungen, bei denen Dämpfe in größerer Menge entwickelt werden. Es steht daher auch unmittelbar mit keinem Raume in Verbindung, in welchem feinere Meßapparate aufgestellt werden.

Die beiden Säle I und XIV sind mit Demonstrationstischen versehen; jeder von ihnen kann, dem zeitweiligen Bedürfnis entsprechend, als Auditorium benutzt werden. Der zweite, freie Saal dient dann zur Abhaltung des physiko-chemischen

Einführungspraktikums. Zimmer XVI ist zum Verdunkeln eingerichtet und mit einer vollständigen photographischen Einrichtung ausgestattet.

In dem Maschinenraume befindet sich ein 10 pferdiger Deutzer Gasmotor, eine Siemenssche Nebenschlußdynamo von 6 Kilowatt Leistung, welche sowohl Gleichstrom wie auch Wechselstrom und Drehstrom zu liefern vermag; ferner ein Maschinengebläse und eine Lindesche Luftverflüssigungsmaschine mit einem Torpedokompressor von Whitehead (Fiume). Nach Anbringung einiger Verbesserungen arbeitet die letztere Maschine ganz vorzüglich. Die Verflüssigung beginnt bereits 1¼ Stunde nach Inbetriebsetzung; die Maschine liefert dann mit einem Kraftaufwand von ca. 4 Pferdestärken ¾ bis 1 Liter flüssige Luft pro Stunde. Hierdurch ist das Institut auch für Ausführung von Untersuchungen bei sehr tiefer Temperatur (bis — 190° C) geeignet. Der Kompressor erlaubt, Luft und andere Gase in großer Menge bis zu einem Druck von 300 Atmosphären zu verdichten.

Als elektrische Energiequelle dienen mehrere Akkumulatorenbatterieen: Eine 36 zellige mit einer Kapazität von 180 Ampère-Stunden, eine 30 zellige mit einem Aufspeicherungsvermögen von ca. 100 Ampère-Stunden und drei kleinere 10 Volt-Batterieen. Von dem Akkumulatorenraum sind Leitungen durch alle Räume geführt, so daß überall Spannungen verschiedener Größe (2 bis 72 Volt) zur Verfügung stehen. Außerdem ist auch in alle Zimmer die städtische Lichtleitung mit 220 Volt eingeführt.

Daß diese reichen Institutsmittel auch eine würdige Verwendung gefunden und eine außerordentliche Förderung unserer physikalischen und chemischen Kenntnisse gebracht haben, das möge der nachfolgende Überblick über die seit 1898 erschienenen Publikationen zeigen. Derselbe enthält nur die wichtigeren größeren Arbeitsprobleme und macht auf Vollständigkeit keinen Anspruch.

Die bereits 1897 begonnenen Untersuchungen über die Zersetzungsspannungen wässeriger Lösungen wurden fortgesetzt und besonders der Einfluß des Elektrodenmateriales studiert (Caspari, Coehn, Nernst, Osaka); ferner auch diese Messungen auf geschmolzene Salze ausgedehnt (Garrard). Die Nernstsche Methode der Messung von Diëlektrizitätskonstanten wurde angewandt auf Gase und Flüssigkeiten (Bädecker, Turner). Die elektrische Nervenreizung wurde als elektrolytisches Phänomen erkannt und eingehend in ihrer Abhängigkeit von der Stromperiode untersucht (Barratt, Nernst, Zeyneck). Im Anschluß an die neue Lampe unternahmen Bose, Nernst, Reynolds eingehende Messungen über die Leitfähigkeit von reinen und gemischten Oxyden bei hohen Temperaturen. Abegg untersuchte die Leitfähigkeit von reinen Substanzen bei gewöhnlicher Temperatur; Frenzel diejenige von Lösungen in

flüssigem Ammoniak. Die elektrolytischen Erscheinungen an der Grenzfläche verschiedener Lösungsmittel wurden in mehreren Abhandlungen von von Lerch, Nernst, Riesenfeld klargelegt. Die Polarisationskapazität und Elektrokapillarität behandeln wertvolle Arbeiten von Krüger. Über die Theorie des Bleiakkumulators erschienen mehrere Arbeiten von Dolezalek. Das Problem des Helmholtzschen Reststromes, welches schon früher in Angriff genommen war, wird für den Fall der Metallabscheidung durch Arbeiten von Grassi, Nernst, Merriam endgültig aufgeklärt. Von elektrochemischen Untersuchungen seien ferner noch erwähnt die Arbeiten von Coehn und Gläser über die Elektrolyse von Nickel- und Kobalt-Salzlösungen, die Studien über elektrolytische Bildung von Legierungen (Kettembeil, Dannenberg), die Arbeiten über die Auflösung von Platin durch Wechselströme (Ruer), das elektrolytische Verhalten von Acetylen und gelöster Kohlensäure (Coehn, Jahn), mehrere Arbeiten über die Bildung und Zersetzung des Ozons (Klement, Gräfenberg, Jahn, Kreman, Piekel), ausgedehnte Untersuchungen über die Leitfähigkeit gepreßter Oxyd- und Sulfidpulver durch Streintz und die genaue Feststellung des Potentiales der wichtigsten Meßelektroden durch Wilsmore. Die Probleme der Lösungstheorie wurden gefördert durch Präzisionsmessungen über den Gefrierpunkt verdünnter Lösungen (Hausrath), über die Verdünnungswärme von Lösungen geringer und hoher Konzentration (von Steinwehr, Rümelin), Arbeiten über die Theorie des Dampfdruckes von Lösungen (Dolezalek, Gahl), Studien über das Gleichgewicht und die Reaktionsgeschwindigkeit in heterogenen Systemen sind von Brunner, Danneel, Levin, Nernst ausgeführt und haben wichtige Aufschlüsse über die Rolle der Diffussion bei derartigen Systemen geliefert. In den letzten Jahren hat sich Nernst mit seinen Schülern vornehmlich der Erforschung der chemischen Reaktionen bei extrem hohen Temperaturen zugewandt. Es gelang ihm mit Hilfe von elektrisch geheizten Iridiumröhren Molekulargewichtsbestimmungen bis zu ca. 2000° C mit relativ großer Genauigkeit auszuführen. Für die Abwägung der hierzu anwendbaren geringen Substanzmengen mußte eine besondere Quarzfadenwage (Mikrowage) konstruiert werden. In zahlreichen Arbeiten mit den Schülern Jellineck, Löwenstein, Preuner, von Wartenberg gelang es Nernst, das äußerst schwierige Problem zu lösen, die Dissoziationskonstante des Wasserdampfes und der Kohlensäure bei hohen Temperaturen genau zu bestimmen. Die hierdurch gewonnenen Zahlenwerte besitzen nicht nur wissenschaftliches Interesse, sondern auch fundamentale Bedeutung für die Theorie der Gaskraftmaschinen. Auch die von Nernst studierte Bildung des Stickstoffoxydes aus atmosphärischer Luft bei hohen Temperaturen ist von weittragender, allgemeiner Bedeutung (für die künstliche Gewinnung von Stickstoffdünger).

Überblicken wir die während des 10 jährigen Bestehens geleistete gewaltige Fülle von wissenschaftlicher Forschungsarbeit, welche in über 200 Druckschriften in die Öffentlichkeit gedrungen, dann können wir mit Recht sagen, daß die Erwartungen des bisherigen Institutsleiters sich in überreichem Maße erfüllten; die Erwartungen, die er aussprach, indem er in seiner Eröffnungsrede sagte:

„Wissenschaftliche Arbeiten, nicht solche, welche sich nicht an das Licht der Öffentlichkeit wagen, sondern Druckschriften, die der Schüler mit seinem eigenen Namen zu vertreten hat, das sind die sichtbaren Früchte, die unser Institut zu ernten hofft."



Bismarck-Feuerstätte. Geophysikalisches Institut.

Abb. 1. Nördlicher Teil des Hainberges.

VII.

Das Institut für Geophysik.

Von

E. Wiechert.

I. Vorgeschichte; 1832—1897 (Erdmagnetisches Observatorium).

a) Einleitung.

Das Göttinger Institut für Geophysik ist hervorgegangen aus dem erdmagnetischen Observatorium, welches C. F. Gauss im vierten Dezennium des vorigen Jahrhunderts in der Göttinger Sternwarte begründete. So fand es seine Stätte zunächst in der Sternwarte und blieb dort bis zu seiner Übersiedelung in das neue Anwesen auf dem Hainberg im Jahre 1901. —

Bei dem Übergang vom 18. zum 19. Jahrhundert nahm die rasch erblühende Naturforschung sich mit Eifer des Erdmagnetismus an. In vielfachen Beobachtungen wurde die Verteilung des Erdmagnetismus auf der Erde festgestellt, und der rätselvolle Verlauf der zeitlichen Variationen untersucht. Insbesondere hat sich Alexander von Humboldt teils durch ausgedehnte eigene Arbeiten, teils durch Anregung Anderer große Verdienste erworben. Auf seinen amerikanischen Reisen 1799—1804 machte er zahlreiche magnetische Beobachtungen, vor allem auch relative Messungen der Intensität, die dann vorbildlich wurden, und verfolgte nach seiner Rückkehr 1806—1807 in Berlin in einer Reihe von Terminen von je vier und mehr Tagen in regelmäßigen stündlichen Beobachtungen die Variation der Deklination. Die kriegerischen Ereignisse unterbrachen dann seine Arbeiten. 1818 begann Humboldts Freund Arago Beobachtungen ähnlicher

Art in Paris, 1827 nahm HUMBOLDT in Berlin seine Beobachtungen mit neuem Eifer wieder auf, KUPFFER in Kasan schloß sich mit Instrumenten gleicher Art an. So konnte festgestellt werden, daß an diesen um mehr als 47° der Länge umfassenden Stationen die Störungen der Deklination oftmals in ganz gleicher Weise verliefen. Auf den Reisen durch Asien, die HUMBOLDT 1829 im Auftrage des russischen Kaisers unternahm, gelang es ihm eine ganze Reihe von erdmagnetischen Beobachtungsstationen bis nach Peking hin ins Leben zu rufen. Weitere Stationen wurden in Deutschland und Amerika gegründet. — Für die systematischen Beobachtungen schlug HUMBOLDT 1830 sechs Termine im Jahre vor, von denen jeder je 44 aufeinander folgende Stunden und zwar in stündlichen Beobachtungen umfassen sollte.

b) Tätigkeit von CARL FRIEDRICH GAUSS.

(Geb. 30. April 1777, gest. 23. Februar 1855.)

In diese Zeit der Entwicklung griff GAUSS, von seinem jugendlichen Freund WEBER unterstützt, machtvoll ein und widmete sich dem Erdmagnetismus rund 10 Jahre hindurch, von 1832 bis 1842. Es scheint nicht möglich, ein anschaulicheres Bild von seiner Tätigkeit zu geben, als wenn man dem Beispiele von E. SCHERING[1]) folgend, ihn selbst in den Briefen sprechen läßt, die er in jener Zeit freudigen Herzens an seine Freunde richtete.

Absolute Intensität. Am 18. Februar 1832 schrieb GAUSS an OLBERS: „Ich beschäftige mich jetzt mit dem Erdmagnetismus, namentlich mit einer absoluten Bestimmung von dessen Intensität. Freund WEBER macht nach meiner Angabe die Versuche. So wie man z. B. von Geschwindigkeit nur durch Ansetzung einer Zeit und eines Raumes einen klaren Begriff geben kann, so, finde ich, muß zur vollständigen Bestimmung der Intensität des Erdmagnetismus angegeben werden ein Gewicht und eine Linie. . . . Ich werde, wenn es Sie interessiert, Ihnen gern demnächst etwas Näheres mitteilen und bemerke nur, daß man dabei zwei Nadeln A und B nötig hat, . . . Auch für Deklination und Inklination hoffe ich, mehrere neue Verbesserungen mit WEBERS Hilfe angeben zu können."

Diese Worte zeigen, daß GAUSS hier die Methoden der Definition und der Bestimmung der absoluten Intensität des erdmagnetischen Feldes schon vollständig vor

1) CARL FRIEDRICH GAUSS und die Erforschung des Erdmagnetismus. Abh. d. K. Ges. d. Wissensch. zu Göttingen, Bd. 34, 1887. Alle Zitate aus Briefen, die im folgenden ohne nähere Bemerkung angeführt werden, sind dieser Schrift entnommen.

Augen hatte, welche er am Ende des Jahres in der Abhandlung „Intensitas vis magneticae terrestris ad mensuram absolutam revocata" näher darlegte, und die dann schnell allgemeine Anerkennung fanden. — Abgesehen von einigen unvollkommenen Versuchen der absoluten Intensitätsbestimmung, die auf Poisson zurückgehen, kannte man bis auf Gauss nur relative Intensitätsmessungen, indem man ein und dieselbe Magnetnadel an verschiedenen Orten schwingen ließ. Welche Wichtigkeit Gauss dem gegenüber den absoluten Messungen beilegte, geht aus den folgenden Worten hervor, die er am 3. März 1832 an Schumacher richtete: „Schon jetzt geben die Versuche, die hauptsächlich Freund Weber nach meinen Angaben gemacht hat, eine Genauigkeit, worin wohl schwerlich mehr als einige Prozent Ungewißheit zurückbleiben; man wird es aber viel weiter treiben können. Es ist gewiß in zwiefacher Rücksicht sehr wichtig, daß wir hierin ins Klare kommen. Ist die Möglichkeit erst da, wenn auch unter Anwendung von einigen Vorkehrungen, die absolute Größe des Erdmagnetismus zu bestimmen, so soll man sich dies an einer Anzahl Örter über der ganzen Erde angelegen sein lassen; reisende Beobachter führen invariable Nadeln bei sich, womit sie die Verhältnisse anderer Örter unter sich bestimmen, und indem sie von Zeit zu Zeit solche Punkte berühren, wo die absolute Intensität ausgemittelt ist, versichern sie sich der bleibenden Invariabilität ihrer Nadeln, und führen ihre Resultate auf absolutes Maß. Aber noch wichtiger ist es für künftige Jahrhunderte, in denen eben so bedeutende Änderungen in der absoluten Intensität zu erwarten sind, wie wir sie lange bei der Deklination und Neigung kennen."

Nicht übersehen wollen wir, wie Gauss hier die Hilfe hoch anerkennt, welche er in seinem jungen Freunde Wilhelm Weber, dem Vorsteher des physikalischen Kabinets, findet. Gauss war damals 55 Jahre alt, W. Weber aber zählte erst 28 Jahre. In hingebender Verehrung schloß sich Weber an Gauss und dieser antwortete mit warmer Freundschaft. Am 12. Mai 1832 schrieb Gauss an Encke in einem P. S.: „Ich erbreche den Brief noch einmal, weil ich erst jetzt bedenke gar nichts in Beziehung auf ihre Äußerungen über Weber gesagt zu haben. Im Grunde ist's freilich überflüssig, da Sie auch wohl von Rudberg hören werden, in wie engem freundschaftlichen Verhältnisse wir stehen. In der Tat ist mir mein Leben in Göttingen durch sein Hiersein viel lieber geworden. Er ist ebenso liebenswürdig von Charakter als talentreich." — Bis zum Tode von Gauss blieb das schöne Verhältnis in unveränderter Frische bestehen.

Deklination. Wie für die Messungen der Intensität, so hat Gauss auch für die Messungen der Deklination umgestaltend gewirkt; er erfand in der Spiegelablesung

für die Beobachtung ein Hilfsmittel, welches den bis dahin üblichen an Bequemlichkeit und Genauigkeit bei weitem überlegen war. Den Eifer, mit welchem er sich allen diesen Messungen widmete, die Freude, welche sie ihm bereiteten, sehen wir aus vielen seiner Briefe hervorleuchten. Am 12. Mai 1832 schreibt er an SCHUMACHER: „Mit meinen magnetischen Beschäftigungen hat es guten Fortgang. Ich habe mir eigentümliche Apparate ausgesonnen, die sich durch Einfachheit, Sicherheit und eine den astronomischen Beobachtungen gleichkommende Schärfe, endlich auch durch Wohlfeilheit empfehlen. Ich hoffe, daß solche in Zukunft stehende Stücke auf allen Sternwarten ausmachen werden. Es ist eine wahre Lust, damit absolute Deklination, ihre Intensität und die stündlichen und täglichen Variationen von beiden zu beobachten. In den Zeitansetzungen ist nie von Zehnteilen der Sekunde Fehler die Rede, es handelt sich stets nur um wenige Hundertteile. Auch mit der Zurückführung der Intensität auf absolute Einheit geht es vortrefflich. Übrigens ist alles noch nicht zur vollkommensten Reife gebracht, aber bald hoffe ich es dahin gebracht zu haben, daß ich öffentlich etwas darüber bekannt machen kann. Späterhin denke ich auch das letzte Element, die Inklination, vorzunehmen, wozu ich aber besonders sorgfältig ausgearbeiteter Aufhängungsachsen bedarf, die Herr LAPORTE in Petersburg anfertigen und hieher schicken wird." Ein Brief an GERLING vom 20. Juni 1832 enthielt folgende Stellen: „Ich habe mich seit meinem letzten Briefe noch anhaltend mit dem Magnetismus beschäftigt ... meine Apparate haben nun eine Vollkommenheit, die nichts zu wünschen läßt, als ein schickliches Lokal, wo teils die Theodolite solider aufgestellt werden können als auf hölzernen Stativen und in gedielten Zimmern, teils die besonders in der Sternwarte sehr beträchtlichen Einflüsse des vielen Eisenwerkes vermieden werden. ... Morgen und übermorgen sind verabredete Tage in HUMBOLDTS Plan, wo ich zwar nicht 44 Stunden en suite aber doch recht häufig die Aufzeichnungen machen werde. Meine Zurückführung der Intensität auf absolute Einheit, wozu ich schon mehrere, obwohl erst als vorläufige anzusehende Versuche gemacht habe, gelingen ganz unvergleichlich. ... Möchten Sie doch recht bald mich mit einem Besuche erfreuen; diese Beobachtungen gehören alle zu den schönsten, die ich kenne; Sie werden gewiß viel Genuß davon haben. — —"

Erdmagnetisches Observatorium. Wir erkennen hier, wie bei dem schnellen Fortschritt der GAUSS'schen Arbeiten der Wunsch nach einem besonderen erdmagnetischen Observatorium rege geworden ist. Schon am 6. Januar 1833 hören wir aus einem Brief an SCHUMACHER, daß der Plan weiter verfolgt wird: „Ich gehe damit um, bei unserm Ministerium auf die Errichtung eines eigenen von Eisen freien Gebäudes für fortwährende magnetische Beobachtungen anzutragen und habe bereits den Bau-

meister um einen Kostenanschlag ersucht. Ob dies reussieren wird, muß ich erwarten, die Kosten werden allerdings beträchtlich sein. — —" Die Bedenken erwiesen sich als unnötig, da noch im Sommer desselben Jahres (am 20. August 1833) Gauss an Encke berichten konnte: „. . . Unser magnetisches Observatorium schreitet im Bau langsam fort; es ist unter Dach, aber seit 14 Tagen ruht die Arbeit ganz, vermutlich damit die Wände und die Fußbodenausfüllung erst gehörig austrocknen, was bei dem feuchten Wetter langsam vor sich geht. Ich hoffe aber doch noch immer schon in diesem Herbst darin zu beobachten." Das konnte in der Tat geschehen und im nächsten Frühjahr am 20. und 21. März 1834 wurden in dem neuen Laboratorium zum ersten Male vollständige Terminbeobachtungen vorgenommen. — Das Haus stand 60 m westlich von der Sternwarte in dem dazu gehörigen Garten dicht an der Geismar-Chaussee.

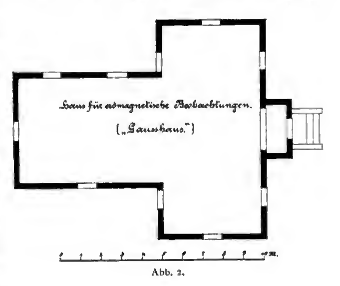


Abb. 2.

Gauss beschreibt es in den Göttingischen gelehrten Anzeigen 1834 mit folgenden Worten: „Das magnetische Observatorium, auf einem freien Platze, etwa 100 Schritt westlich von der Sternwarte errichtet, ist ein genau orientiertes längliches Viereck von 32 Pariser Fuß Länge und 15 Fuß Breite, mit zwei Vorsprüngen an den längeren Seiten; der westliche Vorsprung bildet den Eingang, und dient zugleich bei gewissen Beobachtungen als Erweiterung des Hauptsaals; der östliche Vorsprung, vom Hauptsaal ganz geschieden, dient zum Aufenthalt des Nachtwächters der Sternwarte. Im ganzen Gebäude ist ohne Ausnahme alles, wozu sonst Eisen verwandt wird, Schlösser, Türangeln, Fensterbeschläge, Nägel usw. von Kupfer. Für Abhaltung alles Luftzuges ist nach Möglichkeit gesorgt. Die Höhe des Saales ist etwas über 10 Fuß." — Der östliche Vorsprung scheint nach den Abbildungen in den „Resultaten usw". zu urteilen, in Form und Größe etwa dem westlichen gleich gewesen zu sein. Nach dem Tode von Gauss wurde der östliche Ausbau von W. Weber bedeutend vergrößert und zum Beobachtungsraum hinzugenommen. Den so entstandenen noch jetzt gültigen Grundriß ersieht man aus Abbildung 2.

Bei der Übersiedelung des Institutes auf den Hainberg 1901 wurde das Haus

zerlegt und in dem neuen Anwesen mitten im Walde wieder errichtet. Die beigefügte Abbildung 3 zeigt, welchen Anblick es jetzt darbietet.

Variometer für Horizontal-Intensität. Die Beobachtung der Variation der Intensität mit Hilfe von Schwingungsbeobachtungen war unbequem und langwierig; so dachte denn Gauss bald daran, auch hier Wandel zu schaffen. Wir lesen in der 1837 gedruckten Einleitung zu der Zeitschrift „Resultate aus den Beobachtungen des magnetischen Vereins“: „Gleichwohl hat man den Grund des der Deklination vor den anderen Elementen des Erdmagnetismus gegebenen Vorzuges nicht sowohl in diesen



Abb. 3. Gauss-Haus.

materiellen Rücksichten zu suchen, als vielmehr in dem gegenwärtigen Zustande der Hilfsmittel. Das Aufsuchen der Gesetze in den Naturerscheinungen hat für den Naturforscher seinen Zweck und seinen Wert schon in sich selbst, und ein eigentümlicher Zauber umgibt das Erkennen von Maß und Harmonie im anscheinend ganz Regellosen. Bei der Verfolgung des wunderbaren Spiels in den stets wechselnden Veränderungen der Deklination lassen die jetzt angewandten Apparate für Sicherheit, Schärfe und Leichtigkeit der Beobachtungen nichts zu wünschen übrig; allein von den bisherigen Beobachtungsmitteln für die beiden andern Elemente kann man nicht dasselbe sagen. Zur Zeit ist es daher noch zu früh, die letzteren in den Kreis ausgedehnter Untersuchungen aufzu-

nehmen. Sobald aber die Beobachtungsmittel soweit vervollkommnet sein werden, daß wir die Veränderungen, und namentlich die schnell wechselnden Veränderungen, in den andern Elementen des Erdmagnetismus mit Sicherheit erkennen, mit Leichtigkeit verfolgen, und mit Schärfe messen können, werden diese Veränderungen dieselben Ansprüche auf die vereinte Tätigkeit der Naturforscher haben, wie die Veränderungen der Deklination. Man darf hoffen, daß dieser Zeitpunkt nicht gar entfernt mehr sein wird." Schon am 19. September desselben Jahres konnte er in einer öffentlichen Sitzung der Königlichen Gesellschaft der Wissenschaften mitteilen, daß ihm in dem „Bifilar" die Konstruktion eines neuen Instrumentes zur Beobachtung der Variationen der Horizontalintensität gelungen sei, welches an Bequemlichkeit und Genauigkeit dem Deklinationsvariometer nichts nachgebe. Der wesentliche Inhalt des Vortrages wurde in dem ersten Artikel des zweiten Jahrganges der „Resultate" etc. abgedruckt. Es ist charakteristisch für das Zusammenarbeiten von Gauss und Weber, daß Weber in einem sich anschließenden Artikel die Einzelheiten des Instrumentes und die Arbeiten mit ihm näher beschreibt.

Inklination und Vertikalintensität. Auf die Beobachtung der dritten Komponente des Erdmagnetismus, der Vertikalintensität, scheint Gauss nicht mehr ein weitergehendes Studium verwandt zu haben, trotzdem er, wie z. B. der vorhin zitierte Brief an Schumacher vom 12. Mai 1832 beweist, diese Absicht wenigstens anfänglich hegte. Daß W. Weber hier ergänzend eintrat, werde ich später darzulegen haben.

Magnetischer Verein. Die Gaussschen Konstruktionen und seine Anregung gaben dem Studium der erdmagnetischen Variationen einen mächtigen Anstoß. Schon im Jahre 1834 wurden in einer Reihe von Stationen Beobachtungen mit ähnlichen Apparaten nach gemeinsamem Plan aufgenommen; ein „Magnetischer Verein" unter dem Vorsitz Göttingens faßte alle diese Stationen zusammen. Näheres erfahren wir in der schon erwähnten Einleitung zu der Zeitschrift „Resultate" etc. Hier sagt Gauss in bezug auf die Organisation der Beobachtung der erdmagnetischen Variationen: „Der berühmte Naturforscher, dem unsere Kenntnis des Erdmagnetismus so viele Bereicherung verdankt, hat auch hier zuerst die Bahn gebrochen. Herr von Humboldt errichtete in Berlin gegen Ende des Jahres 1828 für die magnetischen Beobachtungen ein eignes eisenfreies Häuschen, stellte darin einen von Gambey verfertigten Variationskompaß auf, und verband sich mit andern Besitzern ähnlicher Apparate an mehreren zum Teil sehr entlegenen Orten zu regelmäßigen an verabredeten Tagen auszuführenden Beobachtungen der erdmagnetischen Variation."... In bezug auf die Resultate der ersten Beobachtungen mit den Gaussschen Apparaten im Jahre 1834 erfahren wir

dann: „Die zahlreichen in Göttingen beobachteten Schwankungen fanden sich fast alle in den Beobachtungen der andern Plätze wieder, wenn auch in abgeänderten Größenverhältnissen, doch in unverkennbarer Zusammenstimmung.“ ... „Es war hierdurch die Notwendigkeit, den Erscheinungen in viel engern Zeitintervallen, als Herr VON HUMBOLDT gewählt hatte, zu folgen, auf das klarste vor Augen gelegt.“ ... Man einigte sich auf Intervalle von 5 Minuten. Als Zahl der Termine wurden 6 für das Jahr festgestellt, ihre Dauer auf 24 Stunden begrenzt. „Nach dieser Einrichtung sind und werden die Beobachtungen ununterbrochen fortgesetzt, in Göttingen und einer fortwährend sich vergrößernden Anzahl anderer Örter. Apparate, dem Göttingischen gleich oder ähnlich, befinden sich in Altona, Augsburg, Berlin, Bonn, Braunschweig, Breda, Breslau, Dublin, Freiberg, Göttingen, Greenwich, Halle, Kasan, Kassel, Kopenhagen, Krakau, Leipzig, Mailand, Marburg, München, Neapel, Petersburg und Upsala.“

Bald entstand das Bedürfnis nach regelmäßigen und zusammenfassenden Veröffentlichungen der Resultate. Zu dem Zweck wurde die von GAUSS und WEBER herausgegebene Zeitschrift „Resultate aus den Beobachtungen des magnetischen Vereins“ gegründet. 6 Jahrgänge sind erschienen, der erste 1837, der letzte 1842 umfassend die Resultate der Beobachtungen in den Jahren 1836—1841, auf welche die gemeinsame Arbeit zunächst beschränkt wurde. Es ist hier in Zahlen, graphischen Darstellungen, Diskussionen ein Schatz angehäuft worden, aus dem auch heute noch eine Fülle von Anregung geschöpft werden kann.

Die durch HUMBOLDTS Tätigkeit und den Magnetischen Verein gegebenen Vorbilder blieben auch nach dem Jahr 1841 wirksam, wenn auch die Formen der Organisation sich allmählich geändert haben.

Allgemeine Theorie des Erdmagnetismus. Ich habe bisher die mehr praktischen Arbeiten von GAUSS auf dem Gebiete des Erdmagnetismus verfolgt. So ist nur die eine Seite seiner Wirksamkeit zur Sprache gekommen, denn er wandte sich von Anfang an auch theoretischen Studien zu, die für den Fortschritt der Wissenschaft von nicht minder fundamentaler Bedeutung wurden. Eben derselbe Brief an SCHUMACHER vom 3. März 1832, der uns als einer der ersten von der energischen Inangriffnahme der erdmagnetischen Forschung durch GAUSS Kunde brachte, zeigt uns auch, wie die Gedanken schon damals auf die höchsten Ziele der Theorie gerichtet waren: „Ich ... habe aber doch in der letzten Zeit ein ziemlich lebhaftes Interesse für einen Gegenstand gewonnen, oder vielmehr erneuert, denn von jeher habe ich denselben als einen sehr reichhaltigen betrachtet, aber erst jetzt ist mir alles, was mir früher darin dunkel war, in große Klarheit getreten. Dies ist der Erdmagnetismus, und ich möchte

wohl Ihre Verwendung ansprechen, um einen Wunsch in Erfüllung gehen zu sehen. Der vortreffliche Hansteen hat uns vor einiger Zeit eine Karte der isodynamischen Linien geliefert, und hoffentlich haben wir von demselben auch bald neue Deklinations- und Inklinationskarten zu erwarten. Dadurch werden dann die magnetischen Erscheinungen vollständig dargestellt, und für die meisten Personen wird die Darstellung in dieser Form am angenehmsten sein. Allein — was Ihnen vielleicht anfangs paradox scheinen wird — für denjenigen, der versuchen will, das Ganze der Erscheinungen einer möglichst einfachen Theorie unterwürfig zu machen, ist diese Darstellung nicht die zweckmäßigste, sondern eine andere wäre zu diesem Zweck von viel unmittelbarerer Brauchbarkeit. Nämlich durch drei Karten, die die drei partiellen Intensitäten vor Augen legten. — Wären die drei Karten („für die nach Norden gerichtete horizontale, für die nach Westen gerichtete horizontale und für die vertikale erdmagnetische Kraft“) vorhanden, so wäre ich geneigt, einen Versuch der oben angedeuteten Art zu machen; vielleicht entschlösse sich Herr Hansteen dazu solche zu liefern, oder allenfalls auch nur eine derselben. Meine theoretische Untersuchung zeigt sogar, daß eine vollständige Darstellung einer partiellen Kraft an sich zureichend ist, die andere a priori abzuleiten. Selbst solche Karten erst zu entwerfen, werde ich mich nicht entschließen, da dazu eine längere innige kritische Bekanntschaft mit den Quellen erforderlich ist. Die Zurückführung auf eine kleine Anzahl von Polen, z. B. 4, halte ich übrigens für nicht naturgemäß; solche Pole sind nur Symptome in den Erscheinungen, die keine scharfe Bedeutung haben, und wenn wir erst im Besitz der allgemeinen alles auf einmal umfassenden Formel sind, ergeben sich diese sogenannten Pole, wenn man sie wissen will, von selbst mit.“ — Wir bemerken hier deutlich die Grundlinien der Gauss'schen „Allgemeinen Theorie des Erdmagnetismus“ die dann nach sorgfältiger Bearbeitung erst im Jahre 1837 veröffentlicht wurde. Es sei mir erlaubt, den Eindruck hervortreten zu lassen, welchen die Theorie auf den der Erforschung des Erdmagnetismus stets so begeistert zugewandten Alexander von Humboldt machte. Wir lesen in einem Briefe, welchen er am 18. Juni 1839 an Gauss richtete: „Ich wollte ihnen nicht eher meinen wärmsten Dank wie den Ausdruck meiner Bewunderung und Liebe darbringen, als bis ich recht frischen Geistes über das Gelingen einer Arbeit schreiben könnte, die zu den großartigsten und umfassendsten gehört, welche ich unter meinen Zeitgenossen erlebt. Meine Freude über ein solches Gelingen entspricht der Anhänglichkeit, die ich für den Entdecker der wahren Theorie des Erdmagnetismus (und eine Theorie, die unabhängig von allen besonderen Hypothesen über die Verteilung der magnetischen Flüssigkeit in der Erdmasse ist) in meinem Busen bewahre.... Ihre

„allgemeine Theorie“ hat mich nun seit 6 Wochen fast ununterbrochen beschäftigt. Das Büchlein ist mir überall gefolgt, und ich lebe in der frohen Täuschung, daß ich die Theorie besitze, ja vollkommen verstehe, wie in derselben die Mittel liegen eine Menge spezieller physikalischer Nebenfragen auf das gründlichste beantworten zu können. Siebenzigjährig im nächsten September versteinere ich langsam und (wie es sich für einen alten Geognosten geziemt) von den Extremitäten beginnend. Das Herz ist noch nicht erhärtet und schlägt mit erhöhter Wärme für den, der des Blitzes Helle in das geheimnisvolle Dunkel verwickelter Naturerscheinungen sendet.“ ... —

Auch heute noch bietet die Gausssche Theorie eines der Fundamente für die Forschung. Wir wissen aber nun, daß sie nicht die vollständige Grundlage bildet, und es ist gerade eine der großen Aufgaben unserer Zeit, aufzudecken, was für Abweichungen bestehen und welche Bedeutung diese haben.

In den Schlußworten des Briefes an Schumacher vom 3. März 1832 sagt Gauss in bezug auf die säkulare Variation des Erdmagnetismus: „Ich habe immer diese ungeheuren Änderungen, wie etwas höchst merkwürdiges betrachtet. Ohne Zweifel ist die magnetische Erdkraft nicht das Resultat von ein paar großen Magneten in der Nähe des Erdmittelpunktes, die nach und nach viele Meilen weit sich von ihrem Platze bewegen, sondern das Resultat aller in der Erde enthaltenen polarisierten Eisenteile, und zwar mehr derjenigen, die der Oberfläche, als der, die dem Mittelpunkte näher liegen. Allein was soll man von den ungeheuren Änderungen, die seit ein paar Jahrhunderten stattgefunden haben, denken? Mir hat immer diese Erscheinung eine besondere Gunst für die von Cordier besonders hervorgehobene Hypothese zu erwecken geschienen, wonach die feste Erdrinde vergleichungsweise nur dünn ist. Natürlich können dann nur in dieser die magnetischen Kräfte ihren Sitz haben, und die allmähliche Verdickung dieser Rinde durch Erstarren vorher flüssig gewesener Schichten erklärt dann die eintretende große Veränderung in dem Erdmagnetismus auf das ungezwungenste, die sonst ein großes Rätsel bleibt. Auch der Umstand, daß die sogenannten magnetischen Hauptpole der Erde in die kältesten Gegenden fallen, wo vermutlich die Erdrinde am dicksten ist, scheint darauf hinzudeuten.“ ... Daß Gauss solche naiven Vorstellungen hegen konnte, wird manchem Forscher ein Trost sein können, der im Ringen um das Verständnis die eigene Unzulänglichkeit schwer empfindet. Freilich wird er nicht vergessen dürfen, daß Gauss diese Worte in einem vertraulichen Briefe an einen Freund schrieb, und wird sich vorhalten müssen, wie streng die Anforderungen waren, die Gauss an jedes Wort stellte, das für die Öffentlichkeit bestimmt war.

Elektromagnetischer Telegraph. Enge mit der Geschichte des erdmagneti-

schen Observatoriums verknüpft ist die Konstruktion des elektromagnetischen Telegraphen, die ebenfalls jener fruchtbaren Zeit im Anfang der dreißiger Jahre angehört. Wir werden sie Gauss und Weber gemeinsam zuschreiben müssen, da diese eine Trennung der Anteile niemals versucht haben. Am 20. August 1833 schrieb Gauss an Olbers: „Ich weiß nicht, ob ich Ihnen schon früher von einer großartigen Vorrichtung, die wir hier gemacht haben, geschrieben habe. Es ist eine galvanische Kette zwischen der Sternwarte und dem physikalischen Kabinet durch Drähte in der Luft über die Häuser weg oben zum Johannisturm und so wieder herab gezogen. Die ganze Drahtlänge wird etwa 8000 Fuß sein. An beiden Enden ist sie mit einem Multiplikator verbunden, bei mir von 170 Gewinden, bei Weber im physikalischen Kabinet etwa 50 Gewinden, beide um einpfündige Magnetnadeln geführt, die nach meinen Einrichtungen aufgehängt sind. Es sind daraus manche imposante zum Teil anfangs überraschende Versuche und Erfahrungen hervorgegangen. Zu den letzten gehört (was freilich hätte vorausgesehen werden können), daß gar keine großen Platten oder starke Säuren erforderlich sind, um eine doch sehr große in die Augen fallende Wirkung zu geben. Wir nehmen stets nur reines Brunnenwasser und ein mäßiges Plattenpaar, zuweilen nur wie ein preußischer Taler groß, und die Wirkung bleibt doch nicht sehr viel kleiner, als wenn noch so starke Säure und noch so große Platten genommen werden (vorausgesetzt, daß man nur ein Paar anwendet). Ich habe eine einfache Vorrichtung ausgedacht, wodurch ich augenblicklich die Richtung des Stromes umkehren kann, die ich einen Commutator nenne. Wenn ich so taktmäßig an meinen Platten operiere, so wird in sehr kurzer Zeit (z. B. in einer oder anderthalber Minute) die Bewegung der Nadel im physikalischen Kabinet so stark, daß sie an eine Glocke anschlägt, hörbar in einem andern Zimmer. Dies ist jedoch mehr Spielerei. Die Absicht ist, daß die Bewegungen gesehen werden sollen, wo die äußerste Akkuratesse erreicht werden kann. Wir haben diese Vorrichtung bereits zu telegraphischen Versuchen gebraucht, die sehr gut mit ganzen Wörtern oder kleinen Phrasen gelungen sind. Diese Art zu telegraphieren hat das Angenehme, daß sie von Wetter und Tageszeit ganz unabhängig ist; jeder der das Zeichen gibt und der dasselbe empfängt, bleibt in seinem Zimmer, wenn er will bei verschlossenen Fensterläden. Ich bin überzeugt, daß unter Anwendung von hinlänglich starken Drähten auf diese Weise auf Einen Schlag von Göttingen nach Hannover oder von Hannover nach Bremen telegraphiert werden könnte." — In kurzen Jahren sollte sich diese Voraussicht auf das glänzendste bestätigen! — Ein Stückchen des dünnen Kupferdrahtes jener ersten elektromagnetischen Telegraphenleitung der Welt wird noch jetzt im Geophysikalischen Institut aufbewahrt.

Foucaultsches Pendel. In den letzten Jahren seines Lebens schenkte Gauss seine Aufmerksamkeit vielfach der Aufgabe, die Drehung der Erde mittels des Foucaultschen Pendels nachzuweisen. Gauss selbst hat darüber nichts veröffentlicht, doch erfahren wir mancherlei Einzelheiten aus seinem Briefwechsel. Vor allem aber besitzen wir in der Sammlung des geophysikalischen Instituts ein greifbares Zeugnis von seinen Bemühungen in einem Foucaultschen Pendel, welches nach einer eingravierten Inschrift 1853, also zwei Jahre vor dem Tode von Gauss fertig gestellt wurde. Das ganze Pendel ist in einem Schrank von 2,45 m Höhe untergebracht, welcher direkt auf den Fußboden gestellt wird. Die Foucaultsche Fadenaufhängung ist durch ein Cardanisches Schneidenkreuz ersetzt. Ein Gegengewicht über den Schneiden erhöht die Schwingungsdauer. Zur Verschärfung der Beobachtungen ist eine Spiegelablesung vorgesehen.

Ob Gauss noch mit diesem Instrument gearbeitet hat, ist nicht bekannt, doch deuten manche Unvollkommenheiten darauf hin, daß es nicht mehr geschehen ist. — Unabhängig von Gauss hat später Kamerlingh Onnes ein ganz ähnliches Instrument konstruiert, und mit ihm sehr gute Resultate erlangt[1]); um dieses Ziel zu erreichen, mußten freilich mit außerordentlicher Mühe und Sorgfalt vielfache Fehlerquellen beseitigt werden.

c) Die Tätigkeit von Wilhelm Weber.

(Geb. 24. Oktober 1804, gest. 23. Juni 1891.)

Gauss und Weber. Wir sahen, wie erheblich die Hilfe von W. Weber bei den erdmagnetischen Arbeiten von Gauss war, wie beide gemeinsam den ersten elektrischen Telegraphen konstruierten, wie Weber an der Bearbeitung der Zeitschrift „Resultate“ weitgehenden Anteil hatte. Wir müssen nun auch ein Urteil über die wichtigsten selbständigen Arbeiten von W. Weber in bezug auf den Erdmagnetismus zu gewinnen suchen. Zum größten Teil sind sie nicht in der Sternwarte, sondern im physikalischen Kabinet ausgeführt worden.

Sehr wertvoll waren weitgehende Untersuchungen über die magnetischen Eigenschaften von Eisen und Stahl. W. Weber zeigte dabei unter anderm, wie bei feinen Messungen der Intensität des Erdmagnetismus die (durch Fechner 1842 festgestellte) induzierende Einwirkung des Erdfeldes auf das Moment der Magnete berücksichtigt werden kann, und machte Anwendungen auf die Göttinger Beobachtungen.

1) Nieuwe Bewyzen voor de Aswenteling der Aarde, door Heike Kamerlingh Onnes. II und 288 Seiten, IV Figuren-Tafeln. Groningen, J. B. Wolters. 1879.

Induktionsinklinatorium. Ganz besonders bedeutungsvoll ist, daß es W. Weber gelang, auch für die Bestimmung der Inklination, bei der man bis dahin auf das verhältnismäßig unvollkommene Nadelinklinatorium angewiesen war, eine Methode aufzufinden, welche die Schärfe der Deklinationsbestimmungen zu erreichen gestattet.

Schon in den dreißiger Jahren hatte W. Weber dargelegt, wie die elektromagnetische Induktion zur Feststellung der Inklination benutzt werden könne. Er hatte zu diesem Zweck ein „Induktionsinklinatorium" konstruiert („Resultate" usw. für 1837), bei dem die Erscheinung benutzt wurde, daß das erdmagnetische Feld in einem metallenen Ring, der um einen Durchmesser gedreht wird, elektrische Ströme induziert. Damals bereits wies W. Weber darauf hin, daß man diese Ströme durch ein unabhängig vom Induktor aufgestelltes Galvanometer beobachten könne. Er wandte aber diese Methode nicht an, sondern hing die Magnetnadel im Mittelpunkt des Induktionsringes selbst auf, so daß die direkte Wirkung der induzierten Ströme auf die Nadel beobachtet werden konnte.

Diese „Vereinfachung" der experimentellen Anordnung erwies sich als ein schwerer Nachteil, sie wurde eine Quelle von vielen Störungen und hatte so zur Folge, daß kaum die Leistungen des Nadelinklinatoriums erreicht werden konnten. Nach solchen Mißerfolgen entschloß sich W. Weber zu der anfänglich mißachteten Trennung von Induktor und Galvanometer zurückzukehren, und konnte nun bald, im Februar 1853, der Königlichen Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen eine Arbeit vorlegen, in welcher er mitteilte, daß es ihm gelungen sei, „alle Vorzüge magnetometrischer Messungen, welche bisher auf Deklination und horizontale Intenzität beschränkt waren, auch auf die Inklination auszudehnen". Der so konstruierte „Webersche Erdinduktor" bildet heute das Hauptinstrument bei der Bestimmung der Inklination.

Weber als Direktor des erdmagnetischen Observatoriums. Nach dem Tode von Gauss im Jahre 1855 wurde die Leitung der Sternwarte und damit des erdmagnetischen Observatoriums in die Hände von W. Weber und Lejeune-Dirichlet gelegt. Als Dirichlet 1859 starb, wurde er durch den bisherigen Observator der Sternwarte Klinkerfues ersetzt. 1868 schied dann W. Weber aus dem Direktorat und an seine Stelle trat Ernst Schering.

Wir werden annehmen dürfen, daß W. Weber von 1855 bis 1868 der tatsächliche Leiter des erdmagnetischen Observatoriums gewesen ist. Unter ihm erfuhr das Gaußhaus die schon oben erwähnte Vergrößerung und wurde ein neuer großer Erdinduktor hergestellt, der noch heute dem Observatorium angehört.

d) Direktorat von Ernst Schering.

(Geb. 13. Juli 1833, gest. 2. November 1897.)

Überblick. Nach dem Rücktritt von W. Weber 1868 wurde die Sternwarte in zwei Abteilungen geteilt, von denen jede ihren eigenen Direktor erhielt. Direktor der „Abteilung A, für praktische Astronomie" wurde Klinkerfues. Ernst Schering erhielt die Leitung der „Abteilung B, für theoretische Astronomie, Geodäsie und Erdmagnetismus" und führte sie bis zu seinem Tode 1897. In der Chronik der Göttinger Universität für das Rechnungsjahr 1889/1890, die „Rückblicke auf frühere Jahrzehnte 1837 bis 1890" enthielt, schreibt Ernst Schering über seine Tätigkeit bis dahin: „Unter den seit jener Zeit von mir und meinem Bruder, dem damaligen Privatdozenten Dr. Karl Schering, erfundenen und konstruierten größeren Apparaten mögen hier die folgenden erwähnt werden. Ein später zu Erdstrommessungen verwendetes Galvanometer mit S-förmigem Magnete ist im Jahre 1878 hergestellt. Zur selben Zeit wurde die Abänderung des Weberschen Erdinduktors ausgeführt, in welchem nun zwei in der Ebene des magnetischen Meridians und auf beiden Seiten der zur ganzen erdmagnetischen Kraft normalen Ebene dieser letzteren sehr nahe liegende erdmagnetische Komponenten die zu messenden elektrischen Ströme induzierten. Ein von uns konstruiertes Quadrifilar-Magnetometer hat die genaue Bestimmung der rasch aufeinander folgenden Variationen der vertikalen Komponente der erdmagnetischen Kraft zum Zweck, und es schließt sich damit die Reihe der sechs Instrumente, von denen drei zur genauen Bestimmung der absoluten Werte der drei Komponenten der erdmagnetischen Kraft und drei andere Instrumente zu der der Variationen dieser Komponenten dienen. Diese Instrumente gelangten zur ausgedehntesten Anwendung, als dieses Institut während der Jahre 1882 und 1883 an den erdmagnetischen Beobachtungen der internationalen Polarexpeditionen sich beteiligte und dazu durch das unter dem westlichen Flügel der Sternwarte erbaute unterirdische Observatorium für Variationsbeobachtungen besonders in Stand gesetzt worden war. Die in jener Zeit hier ausgeführten Beobachtungen sind in dem deutschen Polarwerke 1886 als besonderer Teil mit veröffentlicht. — Haupttätigkeit des Instituts besteht außer dem Unterrichte und den regelmäßigen Terminsbeobachtungen gegenwärtig in der Ableitung wissenschaftlicher Ergebnisse aus den Beobachtungen an den verschiedenen Polarstationen."

Vertikalintensität. Wir erkennen, daß in weiterer Vervollkommnung der instrumentellen Ausstattung des erdmagnetischen Observatoriums die beiden Brüder Ernst und Karl Schering sich in gemeinsamer Arbeit vor allem die Verschärfung

der Beobachtungen der Vertikalintensität angelegen sein ließen. Für die Messung der beiden horizontalen Komponenten des erdmagnetischen Feldes und die Beobachtung ihrer Variationen hatte Gauss vortrefflich gesorgt. Für die Messung der Inklination und damit der Vertikalintensität war durch W. Weber in dem Erdinduktor ein Instrument geschaffen, welches den Anforderungen genügen konnte. Für die Beobachtung der Variation der Vertikalintensität fehlte in Göttingen jedoch jedes Instrument.

Durch Anwendung der geneigten Lage beim Weberschen Erdinduktor durch Ernst und Karl Schering wurde das Arbeiten mit diesem Instrument ganz bedeutend vervollkommnet. Karl Schering berichtete darüber zuerst 1878 auf der Naturforscher-versammlung in Kassel. Zwei Jahre später wurde dieselbe Methode von Wild in Pawlowsk bei Petersburg angegeben, und heute ist sie unter den Mitteln, um die Schärfe der Beobachtungen mit dem Weberschen Erdinduktor zu erhöhen, ganz besonders beliebt.

Zur Beobachtung der vertikalen Intensität hatte Lloyd in Dublin zwei Instrumente angegeben, 1838 die magnetische Wage, 1842 das Induktionsinklinometer. Bei der magnetischen Wage wird ein Magnet von einer horizontalen Schneide (oder zwei Spitzen) in nahezu horizontaler Lage getragen, so daß er den Änderungen der Vertikalintensität durch Änderungen der Neigung folgen kann. Bei dem Inklinationsvariometer wirken auf eine in gewöhnlicher Weise aufgehängte Magnetnadel zwei vertikal gestellte gleiche Eisenstäbe ablenkend ein, die durch die Vertikalkomponente des Erdmagnetismus magnetisch induziert werden. — Durch die Konstruktion des von E Schering erwähnten Quadrifilar-Magnetometers sollte eine Verbesserung der Lloydschen Wage erzielt werden. Wild hatte 1872 zu diesem Zweck die Schneide, welche zu manchen Unregelmäßigkeiten Anlaß gibt, durch zwei horizontal ausgespannte Drähte als Drehungsachse ersetzt. Die Brüder Schering ordnen auf jeder Seite des Magneten zwei Drähte an, so daß gewissermaßen eine doppelte Bifilaraufhängung entsteht.

Das Induktionsinklinometer wurde von Karl Schering durch den Bau des „Deflektor-Bifilar-Magnetometers“ sehr bedeutend vervollkommnet, dessen Beschreibung 1886 veröffentlicht wurde. Ein bedenklicher Übelstand bei dem ursprünglichen Lloydschen Instrument ist, daß seine Magnetnadel durch die Variationen der horizontalen Komponenten des Erdmagnetismus sehr stark beeinflußt wird; diesen Fehler beseitigt Karl Schering, indem er statt der einfachen Nadel ein astatisches Paar anwendet, welches seine Richtkraft durch eine bifilare Aufhängung erhält. —

Das „unterirdische Observatorium“ war ein einfacher, dunkler Kellerraum. Da er direkt unter bewohnten Räumen lag, ließen sich auch bei äußerster Vorsicht mancherlei Störungen nicht vermeiden.

Weitere Pläne. Bis zu seinem Lebensende verfolgte E. Schering den Plan, in Göttingen ein erdmagnetisches Institut großen Stiles einzurichten, welches sich sowohl den Beobachtungen als auch der Bearbeitung des vorhandenen Beobachtungsmateriales widmen sollte. Er hat vielfache Entwürfe sorgfältig und eingehend ausgearbeitet; daß es nicht gelang, sie zu verwirklichen, war ein Kummer, der ihn schwer und tief bedrückte.

II. Das neue geophysikalische Institut.

a) Entwicklung und Ziele.

Historische Übersicht. Wie im ersten Teil dargelegt worden ist, umfaßte die Abteilung B der Sternwarte, deren Direktor E. Schering war, theoretische Astronomie, Geodäsie und Erdmagnetismus. Das Inventar bestand in einer Bibliothek mit geophysikalischen und rein physikalischen Büchern, in den zum erdmagnetischen Observatorium gehörenden Einrichtungen und Apparaten und in älteren geodätischen, jedoch in den erdmagnetischen Dienst gestellten Instrumenten, welche Gauss einst zur hannoverschen Landesaufnahme verwandt hatte. Dazu kamen einzelne Instrumente der weiteren Geophysik, so das besprochene, von Gauss konstruierte Foucaultsche Pendel.

Nach dem Tode von E. Schering am 2. November 1897 wurden die schon lange gehegten Pläne aufgenommen, die Sternwarte wieder unter einheitliche Leitung zu bringen und zu dem Zweck das erdmagnetische Observatorium als selbständiges Institut von der Sternwarte zu entfernen. An Stelle der Professur von E. Schering wurden zwei neue Professuren eingerichtet, eine für theoretische Astronomie und eine für Geophysik. Die erstere erhielt in einer von der Sternwarte unabhängigen Ausgestaltung M. Brendel (Ernennung am 6. Januar 1898). Die Professur für Geophysik, mit der die Leitung des erdmagnetischen Observatoriums verbunden war, wurde mir übertragen (Ernennung am 28. Januar 1898). Wie für die Geodäsie gesorgt wurde, ist an einer anderen Stelle dieser Festschrift schon gesagt worden (Seite 97).

Im Kreise der Göttinger Professoren erhielt ich von Anfang an die Anregung, an eine Erweiterung des erdmagnetischen Observatoriums zu einem Institut für allgemeine Geophysik zu denken. Mit großer Freude ging ich an die Verwirklichung dieser meinen eigenen Zielen entsprechenden Pläne und fand auf allen Schritten die energische Unterstützung der beteiligten wissenschaftlichen Kreise und die einsichtsvolle

und tatbereite Hilfe der Königlichen Regierung. Jetzt zurückblickend erkenne ich recht, durch wie viele Fährlichkeiten mich diese immer wache Fürsorge hindurchgeführt hat. Ihr ist zu danken, wenn in dem neuen geophysikalischen Institut ein Werkzeug geschaffen worden ist, welches der Wissenschaft zum Nutzen gereichen kann. Es ist mir ein Bedürfnis, hier insbesondere dem Königlichen Kurator der Universität, Herrn Geheimen Oberregierungsrat Dr. Höpfner meinen herzlichsten Dank zu sagen, dessen Hilfe ich unter schwierigen Verhältnissen in kleinen und großen Sorgen wieder und wieder anrufen mußte.

Schon im Anfang des Jahres 1898 verlangte die Königliche Regierung von mir Pläne über die Neugestaltung des Observatoriums. Durch eine Verfügung vom 2. Juli 1898 willigte sie in eine Erweiterung des erdmagnetischen Observatoriums zu einem Institut für Geophysik. 1899 wurde auf dem Hainberge in den Waldanlagen, welche der Stadt Göttingen gehören, mit Zustimmung der städtischen Behörden ein Gebiet für ein neues geophysikalisches Institut abgegrenzt. Die Königliche Regierung erklärte sich mit der Übersiedelung des Institutes dorthin einverstanden und ordnete die Vorarbeiten für den Neubau an. So begannen die Erdarbeiten schon im Herbst 1899. 1900 wurde mit dem Bau des Hauptgebäudes begonnen, und im Herbste 1901 konnte es bezogen werden; das Wirtschaftsgebäude wurde gleichzeitig fertiggestellt. Das zunächst für das Institut von der Stadt erworbene Gebiet umfaßte etwa 12 500 Quadratmeter. Bei Gelegenheit eines Eigentumaustausches zwischen Universität und Stadt im Jahre 1901 gelang es, die Fläche noch weiter zu vergrößern, so daß sie jetzt 17 300 Quadratmeter beträgt. Die Unterhandlungen über diese Gebietserweiterung, so wichtig und erfreulich ihr Resultat für das Institut war, hatten freilich eine Verzögerung in der Fertigstellung der übrigen Baulichkeiten zur Folge. Für erdmagnetische Arbeiten war das von Gauss erbaute und von Weber vergrößerte Haus im Garten der Sternwarte vorgesehen. Erst 1902 konnte dieses Haus auf den Hainberg übergeführt werden. Im Jahre 1902 wurden auch die astronomische Hütte und das Erdbebenhaus fertiggestellt und sogleich in Betrieb genommen. So kann mit dem Ende des Jahres 1902 der Neubau im wesentlichen als beendet angesehen werden.

Die Kosten für den Neubau und die innere Einrichtung (Anlagen für Heizung, elektrische Kraft usw.) betrugen rund 100 000 Mark. Hierbei ist der Grunderwerb nicht berücksichtigt. Für die Ausstattung des neuen Institutes mit Apparaten wurde 1901 ein außerordentlicher Fonds von 30 000 Mark zur Verfügung gestellt. Der jährliche Etat für sächliche Ausgaben wurde 1903 auf 5250 Mark festgesetzt.

Die Erdbebenbeobachtungsstation als ein Teil des Landesdienstes in der

Erdbebenforschung erhielt seit 1903 eine Sonderstellung im Institut. Besondere Bewilligungen im Betrage von 11 000 Mark ermöglichten die Ausrüstung mit den weiterhin beschriebenen Instrumenten. Da das Institut vorher schon Aufwendungen für seismische Apparate gemacht hatte, wird man die jetzige Ausstattung auf etwa 15 000 Mark schätzen können. Die Uhreinrichtung usw. ist hier nicht einbegriffen, da sie auch den weiteren Zwecken des Institutes dient; hinzuzurechnen aber sind die Baukosten für das Erdbebenhaus, welche 7000 Mark betrugen, und dem oben genannten allgemeinen Baufonds angehörten. — Im Jahre 1905 wurde die Erdbebenbeobachtungsstation von der Königlichen Regierung offiziell als eine der „Hauptstationen für Erdbebenforschung" im Landesgebiet Preußens erklärt und für ihre Führung ein besonderer sächlicher Fonds von jährlich 680 Mark festgesetzt.

Außer dem Direktor umfaßte der etatsmäßige Personalbestand des Institutes bis 1901 nur einen Assistenten. Vom 1. Juli 1901 ab ist ein Hauswart hinzugekommen.

Die etatsmäßige Assistentenstelle hatten inne

von April 1898 bis Februar 1900 Dr. W. SCHLÜTER,
von März 1900 bis September 1902 cand. H. JORDAN,
von Oktober 1902 bis September 1903 Dr. F. LINKE,
von Oktober 1903 bis Juli 1905 Dr. H. SCHERING,
im August und September 1905 (vertretungsweise) stud. A. KOHLSCHÜTTER,
von Oktober 1905 ab Dr. G. ANGENHEISTER.

Die etatsmäßige Hauswartstelle übernahm am 1. Juli 1901 H. HILKE, der bis dahin Werkmeister in der hiesigen Werkstätte für Präzisionsmechanik H. Brunnée gewesen war.

Von Oktober 1901 ab wurde von der geophysikalischen Kommission der Königlichen Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen für luftelektrische Arbeiten ein Beobachter in der Person von H. GERDIEN angestellt, der seinen Arbeitsplatz im geophysikalischen Institut erhielt. Er errichtete 1902 auf der „meteorologischen Wiese" des Institutes eine „luftelektrische Hütte". Die Kosten für seine Arbeiten, soweit sie über den Betrieb des Institutes hinausgehen, werden durch besondere von der Königlichen Gesellschaft verwaltete Fonds bestritten. (Zur Zeit 4400 Mark im Jahr.)

Im Frühjahr 1902 ging O. TETENS im Auftrage der Königlichen Gesellschaft der Wissenschaften nach Deutsch-Samoa im Stillen Ozean, um dort in Apia ein

„Geophysikalisches Observatorium“ einzurichten. Ein wesentlicher Teil der Vorbereitungen wurde von Tetens im hiesigen geophysikalischen Institut ausgeführt, und er hat nach seiner Rückkehr 1905 im Institut die Bearbeitung der Resultate aufgenommen. Ebenso hat sein Nachfolger, F. Linke, der mit dem Beginn des Jahres 1905 in Apia die Leitung der Station für die nächsten zwei Jahre übernahm, seine Ausreise von hier angetreten.

Arbeitsprogramm. Als Arbeitsgebiete für das neu gegründete geophysikalische Institut kamen in Betracht: Schwerkraft und ihre räumlichen und zeitlichen Änderungen, physikalische Beschaffenheit des Erdkörpers, Umlagerungen und Deformationen der Materie im Erdkörper (Erdbeben, Änderungen der Gestalt durch kosmische Einflüsse), meteorologische Erscheinungen, Luftelektrizität und Polarlicht, Erdmagnetismus. In diesem außerordentlich weiten Bereich der Forschung mußten dem Institut die Wege gewiesen werden; es war klar, daß dabei zunächst nur ein Anfang gemacht werden konnte und die weitere Entwicklung der Zukunft überlassen bleiben mußte.

Bei der geophysikalischen Forschung hat man in der Regel die Versuchsbedingungen nicht in der Hand wie etwa in der reinen Physik; man ist vielmehr darauf angewiesen, die gegebenen Verhältnisse und diejenigen Vorgänge zu beobachten, welche sich in der Werkstatt der Natur, weit außerhalb des menschlichen Einflusses abspielen; meist wird ein großes Gebiet der Erde, oft ihr ganzer Bereich umfaßt. So muß der Forscher in dem bunten Wirrsal der natürlichen Erscheinungen den Weg der Erkenntnis suchen; er ist genötigt, aus dem Laboratorium heraus in die weite Welt zu gehen, darf den Kampf mit den Elementen nicht scheuen, und muß in der Vereinigung mit Gleichgesinnten Raum und Zeit zu überwinden suchen.

Immer wieder wird der Geophysiker sich der Geringfügigkeit menschlicher Kraft gegenüber der großartigen Natur bewußt, wenn er sehen muß, welche außerordentliche Anstrengungen es dem Menschen kostet, auch nur auf ganz einfache Fragen die Antwort zu finden. Aber mit Genugtuung muß er auch bemerken, wie so viele seinesgleichen mit hingebender Treue, oft unter Einsetzung von Leib und Leben, sich rastlos an dem Kampfe um die Erkenntnis beteiligen, der trotz aller Hindernisse Schritt für Schritt vorwärts führt. — Überschaut man diesen Kampf, den eigenen Anteil erwägend, so stellen sich Gefühle der Abhängigkeit und der Verantwortlichkeit ein: die Arbeit des Einzelnen für sich allein genommen erscheint nutzlos, da ein Erfolg erst erzielt werden kann, wenn viele sich zu gleicher Arbeit zusammenschließen, und man empfindet, daß das eigene Vorgehen und das eigene Beispiel die Arbeit der Gesamtheit in weitem Bereich fördern oder hemmen kann. —

Nach Erwägungen solcher Art wäre es sehr wichtig gewesen, wenn das neue geophysikalische Institut gleich anfänglich Beobachtungsstationen mit dauerndem Betrieb für die verschiedenen Zweige der Geophysik hätte gewinnen können, welche es in feste Verbindung mit den nationalen und internationalen Organisationen gebracht hätten. Aber hierbei war äußerste Vorsicht geboten, wenn die Tätigkeit des kleinen ständigen Personals (ein Direktor, dessen Tätigkeit dem Institut nur zum Teil angehört, ein Assistent und ein Wärter) nicht von vornherein völlig festgelegt werden sollte. Um mit Rücksicht darauf das Institut lebensfähig zu erhalten, mußte der Grundsatz anerkannt werden, daß seine Arbeit in erster Linie auf ergänzende oder vorbereitende Einzeluntersuchungen zu verwenden sei. Bisher konnte und mußte nur in der Seismik darüber hinaus gegangen werden, weil die Arbeiten des Institutes es mit sich brachten, daß ihm eine „Hauptstation" in dem internationalen Netz der Staatenassoziation für Erdbebenforschung zugewiesen wurde.

Der vorläufige Verzicht auf eine erdmagnetische Beobachtungsstation wurde mir besonders schwer, da Erinnerungen an die Wirksamkeit des Institutes in vergangenen Tagen des Ruhmes und an die heißen Bemühungen meines Vorgängers, gerade der magnetischen Forschung die Bedingungen für ein neues Leben zu schaffen, einen mächtigen Reiz boten. So wurden denn wenigstens so weit als möglich Vorbereitungen für eine Aufnahme der erdmagnetischen Arbeiten gemacht, und ich glaube heute die wohlbegründete Hoffnung aussprechen zu dürfen, daß der Zeitpunkt neuer Tätigkeit nicht mehr fern ist. — Meteorologische Beobachtungen durften schon wegen der luftelektrischen Arbeiten unter keinen Umständen entbehrt werden. Es sind demgemäß registrierende Apparate aufgestellt worden, die in dauerndem Betrieb erhalten werden. Ihre Aufzeichnungen können aber bis auf weiteres nur dann ausgewertet werden, wenn die übrigen Arbeiten des Institutes es verlangen. —

Nach den einleitenden Worten ist es wohl nicht nötig, noch ausdrücklich zu betonen, daß in solchen Einschränkungen nicht einen Augenblick ein Gefühl der Geringschätzung für die unpersönliche Sammlerarbeit maßgebend war. Ich hege in der Tat lebhaft die Überzeugung, daß die Angriffe, welche die geophysikalische Sammlerarbeit in letzter Zeit vielfach und auch von hervorragender Seite erfahren hat, recht erheblich über das Ziel hinausgegangen sind. Richtig ist gewiß, daß in der Geophysik auf die sammelnde Tätigkeit weit mehr Kraft aufgewandt wird, als auf die unmittelbare Verwertung der Beobachtungen zu theoretischen Schlüssen. Sieht man aber unbefangen zu so wird man leicht erkennen, daß ein ähnliches Verhältnis auch in den verwandten Wissenschaften besteht; wenn es in der Geophysik besonders

auffällig zutage tritt, so ist das durchaus in der Art ihrer Probleme begründet, auf die ich vorhin hingewiesen habe. — Aber noch mehr! Der Näherstehende erkennt, daß an vielen Ecken und Enden fortdauernd Versuche gemacht werden, zu einem höheren Verständnis der Erscheinungen vorzudringen, und er wird es für sehr gefährlich halten, wenn diese theoretisierenden Neigungen auf Kosten der grundlegenden Arbeit des treuen Beobachtens noch weiter hervorgehoben werden. Die Höhen der Theorie werden ungestraft immer nur von wenigen bestiegen; sehr viele müssen in der Tiefe arbeiten, um diesen Auserwählten ihren einsamen Weg zu ermöglichen. — Und noch eines ist zu bedenken. Die Sammlerarbeit wird in der Geophysik in erheblichem Umfange von privater Seite geleistet oder unterstützt, wobei einfach die Freude des Menschen an der Naturbeobachtung zutage tritt. Ich meine nun, die Wissenschaft habe allen Grund, solche Neigungen sorgfältig zu berücksichtigen, sie zu pflegen und zu fördern, denn in ihnen liegen die Wurzeln ihrer Kraft. —

Arbeiten des geophysikalischen Institutes. Das geophysikalische Institut gehört der Universität Göttingen an und hat daher die Pflicht, die Vorlesungen der Geophysik durch praktische Übungen und Arbeiten der Studierenden zu ergänzen.[1]) Es gibt bisher nur zu einem kleinen Teil besondere Apparate für die Übungen, so daß sie in der Regel direkt an den auch für wissenschaftliche Arbeiten bestimmten Apparaten ausgeführt werden. Des weiteren besteht der Unterricht darin, daß die Studierenden in den wissenschaftlichen Betrieb des Institutes eingeführt werden.

In den besonderen Arbeitsgebieten des Institutes sind oftmals Beobachter, die zu kürzerem oder längerem Aufenthalt von auswärts kamen, mit Einrichtungen und Methoden vertraut gemacht worden.

Es scheint geboten, von der wissenschaftlichen Tätigkeit hier nur insoweit zu berichten, als sie schon in weiterem Umfange an die Öffentlichkeit getreten ist. So wird denn weiterhin nur die Anteilnahme des Institutes an der seismischen und der luftelektrischen Forschung besprochen werden. Bevor ich dazu übergehe, soll zunächst das neue Institut selbst beschrieben werden.

1) Meine Vorlesungen über Geophysik beziehen sich auf: Physik des Erdkörpers, umfassend Massenanordnung, Elastizität, Temperatur und damit im Zusammenhang Schwerkraftverteilung, Gestalt, Polschwankungen, Ebbe und Flut, Gebirgsbildung, Vulkanismus, Erdbeben; ferner auf: Meteorologie, Luftelektrizität, Polarlicht, Erdmagnetismus, Erdströme. Außerdem habe ich in den Vorlesungen über Vermessungswesen (Seite 108) Gelegenheit, auf die Beziehungen zur Geophysik hinzuweisen; in der Tat ist ja z. B. die höhere Geodäsie zu einem großen Teil Geophysik. Umgekehrt bringen die geophysikalischen Vorlesungen Ergänzungen für den Unterricht im Vermessungswesen. — Bei den Übungen im Vermessungs-



Geophysikalisches Institut. Abb. 4. Hainberg. Bismarckturm.

b) Lage und Baulichkeiten.

Lage des Institutes. Das Tal der Leine ist bei Göttingen nahezu von Süd nach Nord gerichtet und bildet eine flache Mulde von ungefähr 8 km Breite. Die Tiefe liegt etwa 150 m über dem Meer, während die Ränder bis auf rund 300 m Seehöhe ansteigen. Göttingen liegt in der Mulde, jedoch mit seiner süd-nördlichen Mittellinie dem Ostrande etwa halb so nahe wie dem Westrande. — In dem inneren, dichter bebauten Teil bildet die Stadt eine unregelmäßige Kreisfläche, die eine Abgrenzung mit etwa 1 km Durchmesser in dem alten Befestigungswall und den ihn teilweise ersetzenden gärtnerischen Anlagen findet: die weitere Stadt bedeckt eine Fläche von etwa dem doppelten Durchmesser mit einzelnen Lücken und Ausläufern. Das neue geophysikalische Institut liegt auf dem Hainberg, etwa $1^1/_3$ km nördlich und 2 km östlich vom Mittelpunkt der Stadt, der in der Nähe des Rathauses zu suchen ist. Der dem Institut zugewandte östliche Teil der äußeren Stadt ist im Villenstil gebaut und enthält keine Fabrikbetriebe mit größeren Maschinenanlagen. Solche finden sich erst in der nordsüdlichen Mittellinie; die im Leinetal verlaufenden Eisenbahnen bleiben dem Institut auf $2^1/_3$ km fern.

Der „Hainberg" bildet die östliche Begrenzung des Leinetales bei Göttingen; auf seiner Höhe nahm ich den Rand der Talmulde an. Nördlich vom Institut öffnet sich ein tiefes Seitental, in dessen Grund, etwa 1 km vom Institut entfernt, ein kleiner Bach, die „Lutter", zur Leine fließt. Leinetal und Luttertal zusammen bewirken, daß der Hainberg nach Nord-West in einem unregelmäßigen Keil ausläuft. Etwas regelmäßiger wird die Form, wenn man nur die über 240 m Seehöhe hinausgehenden

---

wesen wird der geophysikalische Anteil (z. B. Schweremessungen, erdmagnetische Messungen) zurückgestellt und dem geophysikalischen Praktikum überlassen.

Teile des Geländes beachtet. Dann ist die zum Leinetal gehörige Seite ziemlich genau von Süd nach Nord gerichtet, die zum Luttertal gehörige Seite von Südost nach Nordwest. Das Institut liegt etwa $^1/_2$ km von der Spitze, jedoch nicht auf der Höhe des Rückens, sondern etwa 200 m nach dem Leinetal hin. — Die Seehöhe des Institutes ist ca. 270 m, der Hainberg steigt hinter ihm auf 290 m an und geht weiter südlich allmählich über 300 m hinaus. Der Abfall des Hainbergs gegen das Leinetal hin macht sich schon im Gebiete des Institutes selbst bemerkbar und wird dann sehr steil (1 : 5). Eine gute Anschauung davon gibt die Abbildung 1 auf Seite 119, welche den Blick auf das Institut von Südwesten her zeigt. Die Bismarck-Feuerstätte am linken Rand des Bildes ist etwa 500 m vom Hauptgebäude des Institutes entfernt; sie liegt noch in 255 m Seehöhe, doch verläuft die in meiner Beschreibung ausgezeichnete 240 m-Höhenlinie dicht bei ihr. Abbildung 4 auf Seite 140 zeigt den Anblick des Institutes von Nordwesten aus, zugleich sieht man hier den südlich vom Institut gelegenen Teil des Hainbergs. Ganz rechts erscheint der Bismarckturm, der in 330 m Seehöhe steht, und vom Institut nahe 2 km entfernt ist. Wie die Bismarck-Feuerstätte im Norden, so bildet er im Süden einen vorzüglichen Stützpunkt für vielerlei Arbeiten. In der Mitte des Bildes sieht man die nächsten bewohnten Häuser in der Nachbarschaft des Institutes, die von diesem etwa $^1/_2$ km abstehen; das sich besonders heraushebende Gebäude ist das Rohns-Gasthaus.

Von der Plattform auf dem Dache des Hauptgebäudes hat man von Norden über Westen nach Süden einen völlig offenen Ausblick. Man übersieht das Leinetal in weiter Ausdehnung. Zu Füßen liegt die Stadt Göttingen ausgebreitet; da man etwas von oben auf sie herabsieht, gewinnt man einen Überblick über alle ihre Teile. Sehr wichtig scheint, daß das neue physikalische Institut in etwa 3 km Entfernung am Südrande der Stadt frei sichtbar ist. — Über das Leinetal hinweg erblickt man am Horizont eine Reihe von Höhen in Entfernungen von 20 km und darüber, im Süden hebt sich als schöner Abschluß des Leinetales der 35 km entfernte „Hohe Meißner" kräftig heraus. — Von Norden über Osten bis Süden haftet der Blick auf dem Hainberge, nur in einzelnen Lücken erscheinen darüber hinaus liegende Höhen, die aber auch nur wenige Kilometer entfernt sind. Im Norden bildet die Bismarck-Feuerstätte, im Süden der Bismarckturm den Abschluß dieser waldbedeckten, sanft gewellten Fläche. Da sie über das Institut hinaus steigt, ist der Horizont hier nicht frei; der Verlust an Höhe im astronomischen Sinne des Wortes ist im Osten am größten und erreicht etwa 6°.

Institutsgelände. Abbildung 5 zeigt den Lageplan des Institutes. Man erkennt, daß sein Gebiet sich mit einer Front von über 200 m Länge von Osten her an die Herzberger Chaussee anlegt. Diese verläuft hier etwa in 260 m Seehöhe. Das Hauptgebäude des Institutes steht schon 10 m höher. Von da ab steigt das Institutsgelände nur wenig weiter an. Nach Norden hin senkt es sich um einige Meter herab.

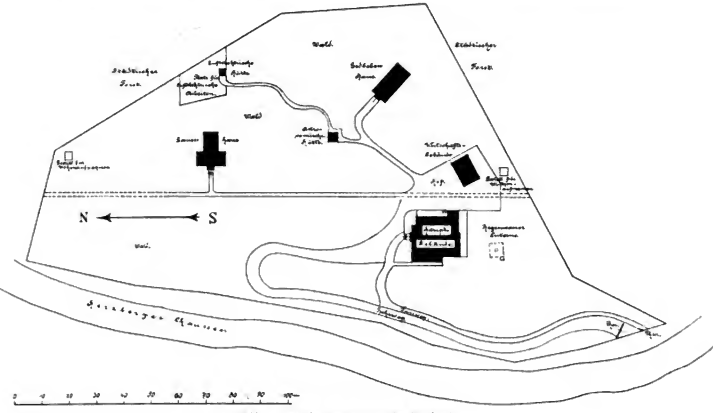


Abb. 5. Lageplan des Institutes für Geophysik.

Bevor das Institut gebaut wurde, war sein Bereich mit jungem Kiefernwald bedeckt, der einzelne Laubbäume enthielt und gegen die Chaussee hin Ränder von Buschwerk hatte. Der Wald ist so viel als möglich geschont worden und soll auch weiterhin im wesentlichen erhalten bleiben.

Im geologischen Sinne bildet das Leinetal eine tiefe „Grabenversenkung". Der Untergrund des Institutes ist Muschelkalk.

Hauptgebäude. Das Hauptgebäude des Institutes, welches man auf Ab-

bildung 1 und 4 aus der Ferne, auf Abbildung 6 aus der Nähe, von der Herzberger Chaussee aus, sieht, ist über dem Kellergeschoß ein Ziegelbau mit Zementverputz und Ölfarbenanstrich. Das Kellergeschoß hat Außenmauern von Bruchsteinen. Das Dach ist in den geneigten Flächen mit Schiefer gedeckt. Die Plattform, sowie



Abb. 6. Hauptgebäude des Institutes für Geophysik.

die Bedeckung des zur Plattform führenden Treppenhauses ist in „Holzzement" mit Kiesschüttung ausgeführt.

Die Fangvorrichtung des Blitzableiters besteht aus einem um die Dachränder gelegten Kupferdraht, an den alle Metallteile des Daches angeschlossen sind.

Das Haus ist mit seinen Wänden genau nach den Haupthimmelsrichtungen orien-

tiert und zwar so, daß die Seite mit dem Treppenflur nach Norden weist. In den Plänen Abb. 7, 8 und 9 ist also stets Norden links und Süden rechts zu denken. Entsprechend hat man unten die Talseite (Westen), oben die Bergseite (Osten).

Das Kellergeschoß (Abb. 7) enthält im Mittelraum den Ofen für die Heiß-

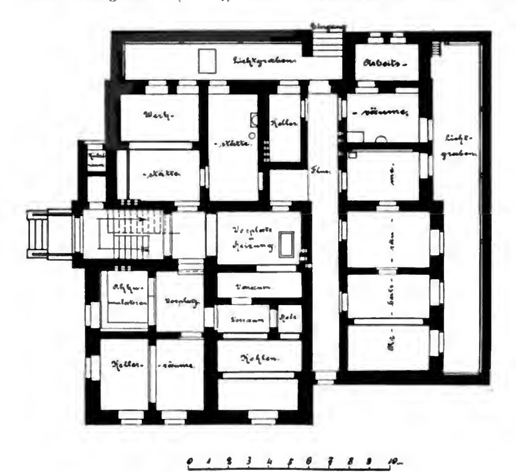


Abb. 7. Kellergeschoß des Hauptgebäudes.

wasser-Zentralheizung. Nach außen hin liegen der Kellerraum für Holz und Kohlen, die Wirtschaftskellerräume, der Akkumulatorenraum, der Treppenflur, die aus zwei Räumen bestehende Mechanische Werkstätte. In der letzteren befindet sich das Schaltbrett für die elektrische Anlage, welche in der Abbildung durch einen Doppelstrich angedeutet ist. Der Südteil des Kellergeschosses enthält einen besonderen Korridor mit

einer Ausgangstür ins Freie und neben dem Korridor sechs Räume, welche bisher die Wohnung des Hauswartes bildeten. Jetzt wird in der Nähe des Tores zum Institutsgebiet ein besonderes Wärterhaus gebaut. Sobald dieses bezogen werden kann, was nach dem Bauprogramm im Spätherbst dieses Jahres zu erwarten ist, soll die bisherige Wärterwohnung für den eigentlichen Institutsbetrieb verwertet werden. Auf diese Weise wird dem Übelstand abgeholfen, daß bisher keine Kellerräume für wissenschaftliche Arbeiten zur Verfügung standen. —

Die beiden „Lichtgräben“ liegen ganz im Freien und bilden Bodenvertiefungen von etwa 1 m. —

Zum Lageplan des Erdgeschosses, der in Abbildung 8 dargestellt ist, sei zunächst bemerkt, daß der „Experimentiersaal“ in der Nordwestecke um 1 m tiefer liegt als die übrigen Räume und eine entsprechend größere Höhe hat ($4^1/_2$ gegen $3^1/_2$ m). Das Balkenwerk seines Fußbodens wird von den Außenwänden getragen. Elf Steinpfeiler, die auf das Kellergewölbe aufgesetzt sind, treten frei durch den Fußboden hindurch und enden in gleicher Höhe mit diesem; sie sind in der Abbildung durch Quadrate angedeutet (das helle Rechteck an der Innenwand stellt ein Wasserleitungsbecken dar, die dunkeln Rechtecke bezeichnen die Heizungskörper). Zu den Pfeilern gehört als besonders wertvoll noch eine lange Brücke gleicher Art, die von Wand zu Wand reicht und in der Abbildung von den beiden mittleren parallelen

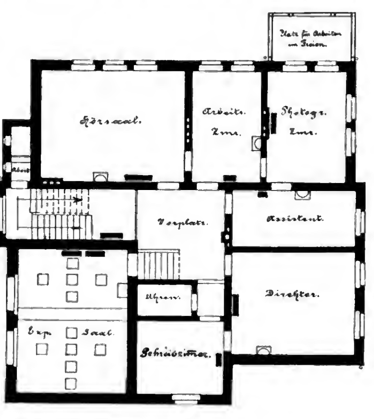


Abb. 8. Erdgeschoß des Hauptgebäudes.

Linien abgegrenzt wird. — Der „Hörsaal“ hat an der Wand gegen das benachbarte „Arbeitszimmer“ eine Schiefertafel, davor ein Holzpodium. Die Fenster lassen sich durch schwarze Vorhänge ganz verdunkeln. Eine Projektionslampe (16 Ampère) ist zur sofortigen Verwendung verfügbar. Der Raum wird für Vorträge nur ausnahmsweise benutzt, da ja die geophysikalischen Vorlesungen der Regel nach im Auditoriumgebäude der Universität gehalten werden; er ist gewöhnlich ein wegen seiner Größe besonders geschätzter Arbeitsraum für experimentelle Arbeiten. — Der Platz für „Arbeiten im Freien“ ist ein Balkon, der oben gedeckt, an den Seiten über der Brustwehr offen ist. — Das „Schreibzimmer“ steht zur allgemeinen Verfügung; hier finden sich auch die hauptsächlichsten Nachschlagewerke, sowie Logarithmentafeln, Schreibmaschine usw., und sind die neuesten Nummern der Zeitschriften ausgelegt. — Das Uhrenzimmer enthält an der Wand der Tür gegenüber die Hauptnormaluhr (Strasser-Rhode), welche von außen her durch ein Fenster in der Tür abgelesen werden kann. An der Wand links von der Tür hängt die Uhr, welche den seismischen Instrumenten die Zeitsignale gibt. —

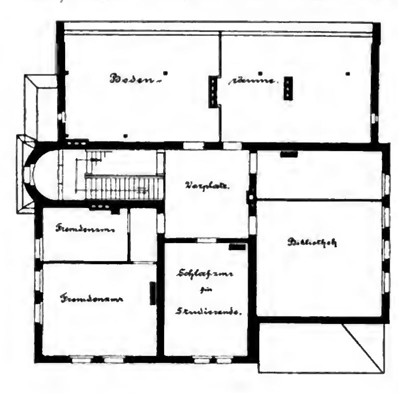


Abb. 9. Zweites Stockwerk des Hauptgebäudes.

Das erste Stockwerk über dem Erdgeschoß umfaßt die Direktorwohnung.

Im zweiten Stockwerk (Abb. 9) befindet sich die Institutsbibliothek. Bei der Beschränktheit des Raumes im Institut muß sie gleichzeitig auch als Arbeitszimmer dienen; insbesondere werden hier die seismischen Kurven bearbeitet. Die Wohnzimmer („Fremdenzimmer“ und „Schlafzimmer für Studierende“) sind für Gäste des Direktors und des Institutes bestimmt. Daß auch das Institut Gäste beherbergen

kann, ist bei seiner abgelegenen Lage und der besonderen Art mancher seiner Arbeiten von großem Wert; so hat zum Beispiel H. Gerdien mehrfach davon Nutzen ziehen können.

Im dritten Stockwerk ist der Raum unter der Plattform, der über den Fremdenzimmern des zweiten Stockwerks liegt, noch wohnlich ausgebaut. Im vorderen Teil, nach Westen zu, befindet sich ein Arbeitsraum für meteorologische Zwecke, der Spiegelglasfenster nach Süden, Westen und Norden hat. Dahinter ist ein kleiner Raum, der meteorologische und luftelektrische Registrierapparate sowie eine elektrisch angetriebene Drachenwinde enthält.

Die Plattform des Daches liegt über dem Experimentiersaal im Erdgeschoß, den Fremdenzimmern im zweiten Stockwerk und den meteorologischen Räumen über diesen, also in der Nordwestecke des Hauses. Die Brustwehr besteht nach Norden, Osten und Westen hin aus Stein, nach Süden hin aus Holz. Die drei Ecken nach Nordost, Nordwest und Südwest haben runde Steinausbauten, die man auf den Abbildungen 1, 4 und 6 auf Seite 119, 140 und 143 leicht erkennen wird. Auch die Fußböden der Ausbauten (lichter Durchmesser 1,6 m) sind aus Stein, so daß hierdurch, sowie durch die steinernen Brustwehren vorzügliche Gelegenheit zum sicheren Aufstellen von Apparaten geboten wird. Der Fußboden im Mittelteil der Plattform (5,80 $\times$ 7,35 m) wird durch einen Holzrost gegeben, der auf den Kies des Holzzementdaches gelegt ist. In der Mitte der westlichen Brustwehr tritt durch einen Holzschacht der Drachendraht hervor, der von der Drachenwinde im darunter liegenden Raum heraufkommt.

Wirtschaftsgebäude. Das Wirtschaftsgebäude (7 $\times$ 10 m) hat ein Geschoß zu ebener Erde und darüber Dachräume. Es enthält unten auf der nach Nordwest gerichteten Längsseite nebeneinander einen Raum, der zum Berußen und Fixieren der Seismographenpapiere dient, einen Raum, in dem der Benzinmotor und die Dynamomaschine der elektrischen Anlage aufgestellt sind, und den Vorratsraum für den vom Motor gebrauchten Benzin. Auf der gegenüber liegenden Seite des Hauses liegen nebeneinander die Waschküche, der Treppenaufgang zum Dachboden und ein Gelaß für Gartengeräte u. dergl. Auf dem Dachboden ist die Tischlerwerkstätte untergebracht; im übrigen wird er zum Aufbewahren von Vorräten benutzt. —

Erdbebenhaus. Der Grundriß und der Querschnitt des Erdbebenhauses wird durch Abbildung 10 dargestellt, Abbildung 11 zeigt den Anblick von der Seite der Eingangstür. Das Haus umfaßt einen „Vorraum“ und einen „Raum für die Instrumente“. Von der Länge des Hauses nimmt der Vorraum im Lichten 3 m, der Instrumentenraum 10 m in Anspruch; beide Räume sind 5 m breit. Der gemeinsame Fußboden besteht aus

einer 15 cm dicken Schicht von Stampfbeton, die auf den ungefähr geebneten gewachsenen Felsboden (Muschelkalk) aufgelegt wurde. Im Instrumentenraum ist zur besseren Sicherung gegen Feuchtigkeit noch eine 3 cm dicke Asphaltschicht aufgegossen. Eine Doppeltür schließt den Vorraum nach außen hin, eine zweite den Instrumentenraum gegen den Vorraum ab.

Der Fußboden des Hauses liegt 3 m unter der Oberfläche des Geländes. Die Innenräume sind bis zur Decke 2,5 m hoch, liegen also ganz unterhalb der Erdoberfläche. Beide Räume sind unter Anwendung von eisernen Doppel-T-Trägern überwölbt. Über dieser 22 cm dicken Decke ist zum besseren Wärmeschutz eine 23 cm dicke Torfmullschicht aufgeschüttet. Das Pultdach des Hauses läßt darüber noch eine Höhe von $\frac{1}{2}$ m auf der einen Längsseite bis 1 m auf der anderen frei. Das Dach ist nicht

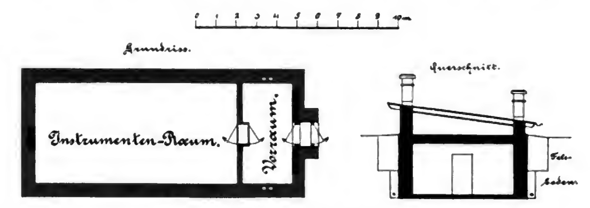


Abb. 10. Grundriß und Querschnitt des Erdbebenhauses.

nur oben verschalt, wo die Dachpappe aufliegt, sondern auch unten, wodurch der Wärmeschutz noch weiter verbessert wird.

Bei dem Bau der Seitenwände, soweit sie im Erdreich stehen, mußte vor allem auf Sicherung gegen das Eindringen von Feuchtigkeit Bedacht genommen werden. Die gewählte Konstruktion, erdacht von dem Universitätsbaurat Kreisbauinspektor Breymann und dem Bauführer Krumbach, ist folgende: Außen in dem Zwischenraum zwischen den Mauern und dem unberührt gebliebenen Erdreich sind Steine geschüttet, so daß das Wasser keinen Halt findet; damit es sicher abfließt, ist unten noch eine besondere Abwasserleitung aus Tonröhren um das Haus gelegt, die vorn beim Zugangsweg mündet. Dieser konnte so in das Gelände eingeschnitten werden, daß er vom Erdbebenhaus gegen den Hof des Institutes noch ein Gefälle hat. — Die Mauern

sind 70 cm dick; von außen nach innen folgen einander: Wasserundurchlässige Asphaltisolierpappe, wasserundurchlässiger Goudronanstrich, Bruchsteinmauerwerk, Luftschicht von 3 cm Dicke, Ziegelmauerwerk von 12 cm Dicke, wasserundurchlässiger Goudronanstrich, Zementverputz, der von einem Drahtnetz gehalten wird („Rabitzputz"), Ölfarbeanstrich. — Die Wände oberhalb der Erde, welche den Dachraum einschließen, bestehen einfacher nur aus Bruchsteinmauerwerk von 45 cm Dicke und Ziegelmauer-



Abb. 11. Erdbebenhaus.

werk von 12 cm, getrennt durch eine 3 cm dicke Luftschicht. — Der Instrumentenraum hat Ventilation gegen den Vorraum hin, im übrigen wird er durch die Eingangsdoppeltür völlig abgeschlossen. Licht wird nur durch die elektrischen Glühlampen geboten. Die Ventilation besteht aus zwei Blechröhren von 12 cm Durchmesser an den Wänden, eine dicht unter der Decke, die andere dicht über dem Fußboden herumlaufend, die mit ihren Enden in den Vorraum münden und im Instrumentenraum in Abständen von je 1/2 m Öffnungen von 1,5 cm Durchmesser haben. Die Öffnungen im Vorraum können nach Belieben geschlossen und geöffnet werden, es ist auch Vorsorge getroffen worden, einen Luftstrom mittels eines elektrisch angetriebenen Ventilators hindurchzutreiben. Der Vorraum seinerseits hat eine Ventilation mit Hilfe von Schornsteinen. — In der Praxis hat es sich freilich bisher gezeigt, daß die ganze

Ventilationseinrichtung ohne Bedeutung ist und abgestellt werden kann. Offenbar sind bei den Türen und in der Decke usw. Wege genug für die Luft, um den sehr geringen Bedarf zu decken; in der Tat sind ja bei geschlossenen Türen stets nur wenige Menschen und auf kurze Zeit im Hause. — Die Feuchtigkeit der Luft im Instrumentenraum wird durch Chlorcalcium unter 85% gehalten. Die Temperatur ist vorzüglich konstant, was mit Rücksicht auf die zum Teil sehr temperaturempfindlichen Seismometer von großem Wert ist. In der Regel bleibt die Tagesschwankung innerhalb $^1/_{10}$ Grad Celsius. Die Jahresschwankung, auf die es weniger ankommt, erreicht ca. 6° C. — Trotzdem die Instrumente, abgesehen von der ausgleichenden Zementschicht des Fußbodens, direkt auf dem gewachsenen Felsboden stehen, bewirkt doch die Last eines Menschen in ihrer Nähe schon erhebliche Ausschläge, die zum Beispiel bei dem astatischen Pendel auf mehrere Millimeter gehen können. So ist denn für den Verkehr eine „Hängebrücke" dicht über dem Fußboden angeordnet, die mit Ketten von der Decke getragen wird; sie ermöglicht es dem Besucher, an alle Instrumente heranzukommen, ohne den eigentlichen Fußboden zu betreten. Man wird die Hängebrücke und die tragenden Ketten auf Abbildung 12 (S. 164) sogleich erkennen.

Astronomische Hütte und Haus für erdmagnetische Beobachtungen. Die astronomische Hütte ist ein einfacher Holzbau (3,4 × 3,4 m) mit verschließbarem Meridianspalt. Ein Passageinstrument (von HEYDE, Dresden) mit gebrochenem Fernrohr und 30 cm Lagerweite steht in der Mitte auf einem Steinpfeiler; es dient zu Zeitbestimmungen und zur Feststellung der Meridianrichtung. Die letztere kann dann direkt auf die Instrumente im Haus für erdmagnetische Beobachtungen übertragen werden, da ein Lichtweg in der Richtung des Meridians vom Passageinstrument bis zu einem Fenster des Hauses für erdmagnetische Beobachtungen von Vegetation frei gehalten wird.

Das Haus für erdmagnetische Beobachtungen (Abbildungen 2 und 3, Seite 123 und 124) ist eben dasselbe, welches GAUSS im Jahre 1833 erbaute und das später von WEBER erweitert wurde. Wir pflegen es „Gauß-Haus" zu nennen. Ich habe oben schon berichtet, daß die Überführung von dem ursprünglichen Platze im Gelände der Sternwarte zum neuen geophysikalischen Institut im Jahr 1902 stattfand. Ursprünglich waren die Mauern Ziegelfachwerk, jetzt ist die Ziegelfüllung fortgelassen worden. Das Balkenwerk ist innen und außen mit Brettern verschalt, außen sind dann noch die Bretter der „Stülpschalung" aufgenagelt worden. Die Decke unter dem (nicht zugänglichen) Dachboden ist nach unten hin mit Brettern verkleidet. — Der kleine Vorbau mit der Eingangstür, den man in Abbildung 3 in der Mitte sieht, ist innen durch eine Glastür

abgegrenzt, im übrigen bildet das ganze Innere des Hauses einen einzigen zusammenhängenden Raum. Der vordere Teil, ein Rechteck von $4{,}85 \times 10{,}28$ m, rührt von Gauss her, der hintere Teil, ein Rechteck von $5{,}22 \times 7{,}08$ m, von Weber. — Im vorderen Teil sollen demnächst Dunkelräume für photographische Registrierungen abgetrennt werden. —

Elektrische Anlage und Wasserleitung. Die Lage des Institutes in einer immerhin erheblichen Entfernung von der Stadt und auf einer Anhöhe hat für den Betrieb des Institutes einige Schwierigkeiten im Gefolge. Es mußte auf die Anschlüsse an die städtische elektrische Anlage und an die städtischen Gas- und Wasserleitungen verzichtet werden. Das Institut erhielt als Ersatz eine eigene elektrische Anlage und eine eigene Wasserleitung. — Die elektrische Anlage besitzt als Kraftquelle einen Benzinmotor (Deutzer Gasmotorenfabrik) von 3 Pferdekräften, der im Wirtschaftsgebäude aufgestellt ist. Er treibt eine Gleichstrommaschine, mit der die Akkumulatorenbatterie im Keller des Haupthauses geladen wird; erst von dieser Batterie aus erfolgt die Stromabgabe. Hierfür dienen zwei ganz getrennte Leitungssysteme, nämlich die „Lichtleitung", welche 65 Volt zur Verfügung stellt, und die „Experimentierleitung", deren drei Leitungen die Spannungsdifferenzen 2, 4 und 6 Volt darbieten. — Die Batterie hat im ganzen 42 gleiche Elemente von 144 Ampère-Stunden Kapazität und 48 Ampère maximalen Entladungsstrom. Sie zerfällt in drei Teile. Ein Teil von 36 Elementen mit Zellenschalter gehört zur Lichtleitung; von den beiden anderen Teilen zu je 3 Elementen wird stets einer an die Experimentierleitung geschaltet, während der andere dann in Reserve steht und geladen werden kann. — Die Lichtleitung dient außer zu Beleuchtungszwecken auch zum Betriebe von Motoren usw. — Die Experimentierleitung versorgt unter anderem auch die „Zeitmarkierung" der Seismographen mit Strom. —

Die Wasserleitung benutzt das Regenwasser der Dachflächen des Hauptgebäudes und des Wirtschaftsgebäudes. Das Wasser sammelt sich in einer unterirdischen Zisterne (Abb. 5, S. 142) von 25 cbm verfügbarem Inhalt an und wird dem Bedarf entsprechend automatisch von einer durch Elektrizität angetriebenen Pumpe in einen Behälter von ca. $^1/_3$ cbm Inhalt unter dem Dach des Hauptgebäudes gepumpt; von diesem Behälter geht dann die Wasserleitung aus.

III. Seismologische Arbeiten.

a) Einleitung.

Vorwort. In Göttingen und seiner Umgebung kommen fühlbare Erdbeben so außerordentlich selten vor, daß ihre Beobachtung, also die praktische „Makroseismik“ nicht in Betracht zu ziehen ist. Das Institut ist demgemäß auf die „Mikroseismik“ und die „Bradyseismik“ beschränkt. Die „Mikroseismik“ umfaßt die Beobachtung der unfühlbaren Erderschütterungen infolge von fernen Erdbeben, von Wogenanprall an die Küsten, von Wind usw.; zur „Bradyseismik“ werden die verhältnismäßig langsamen Deformationen der Erde unter dem Einfluß der wechselnden Anziehung der Gestirne und ähnliche Erscheinungen, wohl auch die dabei auftretenden Veränderungen der Schwerkraft selbst gerechnet.

Da die bradyseismischen Arbeiten im geophysikalischen Institut bisher über Vorbereitungen nicht hinaus geführt worden sind, scheint es nicht zweckmäßig, im folgenden davon zu sprechen. So wird denn allein die Mikroseismik berücksichtigt werden.

Wirksamkeit der Seismographen. Die neuere instrumentelle Seismik, in deren Entwicklung wir heute stehen, benutzt als fundamentale Apparate Seismometer, die selbständig und dauernd durch die Zeichnung registrieren, also automatische „Seismographen“. Da es weiterhin öfters nötig sein wird, Angaben über die Wirksamkeit der Seismographen zu machen, mögen hier zunächst einige theoretische Vorbemerkungen vorangestellt werden.

Man kann „Horizontal-“ und „Vertikal“-Seismographen unterscheiden, das heißt Instrumente, die für die Registrierung der horizontalen und der vertikalen Komponente der Erderschütterungen bestimmt sind. Die Horizontal-Seismographen reagieren zugleich auf Neigungen. Ferner werden Horizontal- und Vertikal-Seismographen durch Änderungen der Schwerkraft beeinflußt, und zwar die Horizontal-Seismographen durch das Hinzutreten einer horizontalen Komponente, die Vertikal-Seismographen durch das Hinzutreten einer vertikalen Komponente zur normalen Schwerkraft.

Sieht man von ungewöhnlichen Konstruktionen und ungewöhnlichen Verhältnissen ab, die für die gewöhnliche Praxis keine Bedeutung haben, so wird — wie ich das mehrfach näher dargelegt habe[1]) — die Wirksamkeit eines Seismographen außer durch

1) Vergl. die am Schluß unter V. zitierten Arbeiten.

die Registriergeschwindigkeit und die Feinheit der Registrierkurven bestimmt durch die Reibung und die Dämpfung bei den Bewegungen und überdies nur noch durch zwei weitere Konstanten. Im Übrigen kommt es auf die besondere Art der Konstruktion — zum Beispiel ob Horizontalpendel oder vertikales Pendel, ob astasiert oder nicht — gar nicht weiter an. — Die Reibung unterdrückt Einzelheiten in den Aufzeichnungen, ist darum stets als eine Störung anzusehen, die möglichst klein gehalten werden muß. Die Dämpfung andererseits ist sehr nützlich, weil sie ein störendes Hervortreten der Eigenschwingungen verhindert. Des weiteren kann man als charakteristische Konstanten annehmen: Die Vergrößerung sehr schneller Bodenbewegungen, die ich im folgenden „Indikatorvergrößerung" nennen und mit V bezeichnen werde, und die Periode der Eigenschwingungen des Instrumentes bei ausgeschalteter Reibung und ausgeschalteter Dämpfung, die ich im folgenden kurzweg „Eigenperiode" nennen und mit T bezeichnen werde. (Genauer gesprochen ist T die „reduzierte" Eigenperiode. Die „Periode" umfaßt gemäß der in der Physik üblichen Weise Hin- und Hergang, also eine „Doppelschwingung").

Da es, wie schon hervorgehoben, auf die Konstruktion nicht ankommt, verhält sich ein jeder Horizontal-Seismograph gerade so, wie ein einfaches vertikal herabhängendes Pendel mit punktförmiger Masse und gewichtloser Stange, das mit einer an der Stange befestigten Spitze (dem „Indikator") seine Bewegungen aufschreibt. Bezeichnet bei einem derartigen einfachen Apparat L die „Pendellänge", das heißt den Abstand der Masse von der Drehachse, und I die „Indikatorlänge", das heißt den Abstand der Spitze von der Drehachse, so bestehen die Beziehungen:

$$V = \frac{I}{L}, \quad T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}},$$

wobei g die Intensität der Schwerkraft bedeutet. — Sehr nahe ist $T = 2\sqrt{L}$, wenn T nach Sekunden und L nach Meter gerechnet wird. — An ein solches einfaches vertikales Pendel gleicher Wirkung denkend, wird man bei Horizontal-Seismographen beliebiger Konstruktion die durch T bestimmte Größe L „äquivalente Pendellänge" und die durch $I = LV$ bestimmte Größe I „äquivalente Indikatorlänge" nennen können. In einem übertragenen Sinne darf man auch für Vertikal-Seismographen den Größen L und I die gleichen Namen beilegen.

Die äquivalente Indikatorlänge I tritt in gewisser Hinsicht in eine Parallele zu V: Während nämlich V die Vergrößerung sehr schneller Bodenbewegungen angibt, bietet I ein Maß für die Empfindlichkeit des Instrumentes gegenüber

sehr langsamen Bodenbewegungen, indem bei solchen die Indikatorausschläge proportional mit l erfolgen. — Die äquivalente Indikatorlänge l mißt ferner auch die Empfindlichkeit gegen Schwerkraftänderungen, ist also die entscheidende Konstante des Instrumentes für die Bradyseismik. Für Horizontal-Seismometer gibt l die Neigungsempfindlichkeit an; man wird dies leicht erkennen, wenn man die Gedanken auf das äquivalente einfache Pendel richtet. Beachtet man weiter, daß eine Bogensekunde auf dem Umfang eines Kreises rund den 206 000 sten Teil des Radius angibt, so läßt sich folgern, daß $E = l/206\,000$ den Ausschlag des Indikators für 1 Bogensekunde Neigung angibt; die so bestimmte Größe E wird in der Praxis meist als Maß für die Neigungsempfindlichkeit verwandt. — E stellt natürlich ebenso wie l auch ein Maß für die Empfindlichkeit des Seismographen gegenüber sehr langsamen Schwingungen des Erdbodens und gegenüber Schwerkraftänderungen dar und kann hierfür auch bei Vertikal-Seismographen benutzt werden, wenn man eine unmittelbare Vergleichbarkeit der Maßzahlen für die Leistungen der verschiedenen Instrumente herbeizuführen wünscht. Speziell für Schwerkraftänderungen gibt E den Ausschlag an, der dem Hinzutreten einer Komponente im Betrage des 206 000 sten Teiles der Gesamtintensität der Schwerkraft entspricht.

Zur Charakterisierung der Wirksamkeit eines Seismometers kann man statt V und T selbstverständlich irgend zwei der Größen V, T, L, l, E verwerten, wenn man nur die Kombinationen T, L und l, E vermeidet, die für sich je nur eine Konstante ergeben würden. —

b) Geschichtliches über die Mikroseismik bis zum Ende des 19. Jahrhunderts.

Periode bis 1890. Die Seismographen und die auf ihre Verwertung sich gründende Mikroseismik gingen aus den Bemühungen hervor, für die Makroseismik und die Bradyseismik geeignete Beobachtungsinstrumente zu schaffen.

In der Mikroseismik begann man mit der Konstruktion von Seismoskopen, das heißt von Instrumenten, welche die persönlichen Beobachtungen ersetzen oder durch verläßliche Angaben über die Zeit, über die Stärke und die Richtung der Stöße unterstützen sollten. Man verwertete dabei das Überlaufen mit Flüssigkeit vollgefüllter Gefäße, das Umfallen empfindlich aufgestellter Gegenstände, das Mitschwingen von Pendeln usw. Schon vor Christi Geburt wurden in China solche Apparate gebaut. In Europa soll das erste Seismoskop 1703 von dem Franzosen Abbé De Haute-Fenille konstruiert worden sein. Im 19. Jahrhundert erhöhte sich die instrumentelle Erdbeben-

forschung allmählich, besonders in dem erdbebenreichen Italien. Die neue Epoche der Entwicklung, in der wir heute stehen, begann etwa am Ende der siebziger Jahre des vorigen Jahrhunderts mit dem Eintreten Japans. Sie knüpft an die Verwertung des einfachen vertikalen Pendels, sowie des sogenannten „Horizontalpendels“ für die Registrierung der horizontalen Komponenten der Erderschütterungen.

Das vertikale Pendel wurde nach dem Vorgang von Comrie in Schottland (1841) schon in älteren Zeiten für die Erdbebenregistrierung dienstbar gemacht, indem man die Bewegungen durch eine unten angebrachte Spitze in eine Sandfläche einritzen oder auf ein darunter befestigtes Papierblatt aufschreiben ließ. Der Österreicher Kreil ließ schon 1855 die Registrierfläche durch ein Uhrwerk bewegen. In Japan vervollkommnete zunächst ein Deutscher, Gottfried Wagner, das Instrument, indem er die Empfindlichkeit durch eine Zeigerübertragung erhöhte. Dann traten Engländer ein (Th. Gray, J. A. Ewing, J. Milne). Ewing baute 1879 unter Anwendung des vertikalen Pendels einen Seismographen, der die beiden Horizontalkomponenten getrennt aufschrieb. Man bemühte sich insbesondere, die Eigenperiode durch Astasierung zu erhöhen, einmal um die Empfindlichkeit zu vergrößern, vor allem aber, um die Eigenschwingungen unschädlich zu machen; in sehr wenig zweckmäßiger Weise wurde in der letzteren Absicht auch die Reibung angewandt.

Das Horizontalpendel ist für die Bradyseismik ersonnen worden, nämlich für die Beobachtung der Veränderungen der Lotlinie infolge der wechselnden Anziehung von Sonne und Mond. Es ist ein Pendel mit nahezu vertikal gestellter Drehungsachse. Die Achse wird dabei durch Unterstützung zweier Punkte mittels Fäden oder Spitzen gegeben. Liegen die beiden Stützpunkte (in verschiedener Höhe) oberhalb des Pendels und hängt dieses an zwei von den Stützpunkten herabgehenden Fäden, so haben wir das „hängende Bifilarpendel“. Wird das Pendel von zwei Fäden gehalten, von denen der eine vom oberen Stützpunkt herab, der andere vom unteren Stützpunkt herauf geht, so entsteht das „spannende Bifilarpendel“. Hängt das Pendel an einem vom oberen Stützpunkt herabgehenden Faden, indem es sich gegen eine untere Spitze lehnt, so liegt das „Kegelpendel“ vor. Werden beide Stützpunkte durch Spitzen gegeben, so handelt es sich um ein „Zweispitzenpendel“. —

Das erste Horizontalpendel und zwar ein spannendes Bifilarpendel konstruierte L. Hengler (1832); den bradyseismischen Zwecken entsprechend nannte er es „astronomische Pendelwage“. Perrot (1862) und C. F. Zöllner (1869) erdachten von neuem den gleichen Apparat. Zöllners Einrichtungen waren denen seiner Vorgänger bei weitem überlegen; sein definitives Instrument bildete selbst nach unseren heutigen An-

schauungen ein sehr hoch empfindliches Seismometer (V = ca. 100, T bis ca. 30 Sekunden, E bis ca. 100 mm). Den eigentlich ins Auge gefaßten Zweck, die Messung der Lotschwankungen, konnte ZÖLLNER doch nicht erreichen, da es nicht gelang, die lokalen Störungen genügend zu überwinden. Das hängende Bifilarpendel wurde 1871 von CH. DELAUNAY erfunden; später ist es von W. THOMSON (Lord Kelvin) und G. H. DARWIN in sehr feinfühligen Konstruktionen verwendet worden. Auch hier bestimmte die Rücksicht auf die Bradyseismik; für die Erdbebenregistrierung haben die Bifilarpendel meines Wissens überhaupt keine Anwendung gefunden. Anders steht es um das Kegelpendel und das Zweispitzenpendel. Diese Konstruktionen wurden eigens für die Erdbebenregistrierung erdacht. Im Anschluß an Versuche von CHAPLIN (1878) baute J. A. EWING (1880) in Japan ein Zweispitzenpendel, TH. GRAY konstruierte (1880) das erste Kegelpendel.

Für die Registrierung der Vertikalkomponente der Erderschütterungen muß die schwingende Masse des Seismometers vertikal frei beweglich sein, also durch Federkraft getragen werden. Hierbei ist es erheblich schwieriger als bei den Horizontal-Seismometern, größere Empfindlichkeit zu erreichen. Ein erstes Mittel, um die Eigenperiode zu erhöhen, also ein Astasierverfahren, erfand COMRIE (1841); es bestand darin, die Feder nicht direkt, sondern durch einen die Bewegung vergrößernden Hebel auf die schwingende Masse wirken zu lassen. — In Japan wurde dem Vertikal-Seismographen viel Aufmerksamkeit geschenkt und eine Reihe neuer Astasierverfahren angewandt.

In Italien, wo der Erdbebenbeobachtung von jeher weitgehende Aufmerksamkeit geschenkt und eine Fülle sinnreicher und sehr empfindlicher Seismometer konstruiert worden war (so z. B. von CAVALLERI, BERTELLI, DE ROSSI), folgte man bald den von Japan kommenden neuen Anregungen, indem nun das Augenmerk mehr auf graphische Registrierung unter Verwendung einer bewegten Schreibfläche gerichtet wurde (E. BRASSART, G. GRABLOVITZ, G. AGAMENNONE).

In Deutschland konstruierte Ende der achtziger Jahre E. VON REBEUR-PASCHWITZ ein zunächst für die Bradyseismik bestimmtes Horizontalpendel mit zwei Spitzen, das mit photographischer Registrierung versehen wurde. Diese Neuerung sowie die sehr zweckmäßige Bauart bewirkten, daß das Instrument in der Registrierung der Fernbeben alle bisherigen Seismometer weit übertraf ($V = 22\frac{1}{2}$, T bis ca. 18 Sekunden, E bis ca. 37 mm).

Fortschritte im letzten Dezennium des 19. Jahrhunderts. So waren denn am Ende des neunten Dezenniums des 19. Jahrhunderts schon vielfach Instrumente vorhanden, die der Mikroseismik dienen konnten. Das zehnte Dezennium brachte

weitere Fortschritte in dem Bau der Instrumente, zugleich aber begann die Ernte, indem wichtige Resultate gewonnen wurden.

Die empfindlichsten Instrumente, vor allen diejenigen von E. v. Rebeur-Paschwitz zeigten, daß in jedem Jahr eine ganze Reihe größerer Erdbeben ihre Wellen in meßbarer Größe über die ganze Erde senden. Hierdurch wurde die Aufmerksamkeit mit ganz neuem Interesse auf die Mikroseismik gerichtet; man durfte hoffen, durch die Seismographen nicht nur über die Umwandlungen in der Erdrinde in der Nachbarschaft, sondern auf der ganzen Erde Aufschluß zu erhalten. Es bot sich die Möglichkeit, auf das elastische Verhalten der Erde selbst in den größten Tiefen Schlüsse zu ziehen.

Zur Vervollkommnung der Instrumente ging man in Italien daran, die vertikalen Pendel durch möglichste Verlängerung der Aufhängung für die Registrierung von Fernbeben geeigneter zu machen. Auch erhöhte man die schwingende Masse mehr und mehr (bis zu 500 kg), um bei der mechanischen Registrierung die Reibung unschädlich zu machen und stärkere Vergrößerungen zu erreichen (neben den schon Genannten besonders A. Cancani und G. Vicentini). Das große Vicentinische Pendel in Padua, welches wohl das empfindlichste dieser Instrumente ist, hat die Konstanten $V =$ ca. 160, $T =$ ca. 7 Sekunden, also $E =$ ca. 8 mm. — Ein Instrument, welches besonders für die Registrierung von Nahbeben viel Anwendung gefunden hat, ist der Vicentinische „Mikroseismograph für drei Komponenten". Der Teil für die Registrierung der beiden horizontalen Komponenten wurde 1894, der Teil für die Registrierung der vertikalen Komponente 1898 konstruiert. Für die Registrierung der horizontalen Komponente dient ein vertikales Pendel von 1,5 m Länge mit einem Pendelkörper von 100 kg. Die stationäre Masse des Vertikalapparates wiegt 50 kg und wird durch eine Flachfeder von 1,3 m Länge schwebend erhalten. Die Konstanten sind für die Aufzeichnungen der horizontalen Komponenten: $V = 100$, $T = 2,4$ Sekunden, also $E = {}^3/_4$ mm, für die Aufzeichnung der vertikalen Komponente: $V = 90$, $T = 1,2$ Sekunden, also $E = {}^1/_7$ mm.

J. Milne baute 1894 sein heute weit verbreitetes photographisch registrierendes Horizontalpendel mit Faden und Spitze als Achse („Kegelpendel"), welches bei $V = 7$, $T = 17$ Sekunden, also $E = 2{}^1/_2$ mm zwar sehr unempfindlich ist, aber doch schon Fernbeben anzeigt und bei einfacher Konstruktion nur geringe Anforderungen an die Bedienung stellt. —

In Deutschland wurden auf Anregung von G. Gerland in Straßburg die Registrierungen mit dem Instrument von v. Rebeur-Paschwitz auch nach dessen Tode

(1895) von R. EHLERT weitergeführt und bearbeitet. Eine von EHLERT modifizierte Form des Rebeurschen Pendels hat weite Verbreitung gefunden ($V =$ ca. 100, T bis ca. 18 Sekunden, also E bis ca. 40 mm). — Das Rebeursche Pendel wurde auch im geodätischen Institut in Potsdam für Bradyseismik und Mikroseismik verwertet und ist dabei von O. HECKER in seiner Wirkungsweise einer sehr sorgfältigen Prüfung unterzogen worden. — AUGUST SCHMIDT (Stuttgart) konstruierte 1899 einen photographisch registrierenden Vertikal-Seismographen, das „Trifilargravimeter", indem er sich die erdmagnetischen Bifilarmagnetometer zum Vorbild nahm, die recht merkliche Empfindlichkeit für Erdbeben zeigen. Die stationäre Masse wurde trifilar aufgehängt und durch eine Spiralfeder abgelenkt; sie reagiert dann auf vertikale Bodenbewegungen durch Drehungen um ihre vertikale Achse. Die Konstanten des Apparates sind etwa: $V = 400$, $T = 1{,}5$ Sekunden, also $E = 1$ mm.

In Japan ging im letzten Dezennium des 19. Jahrhunderts für die Erdbebenforschung die Umwandlung vor, welche dem kraftvollen Aufstreben der eingeborenen Bevölkerung entsprach: Die Arbeiten, welche bis dahin von den Fremden geleistet worden waren, wurden nun in erweitertem Umfange von den Einheimischen aufgenommen. Man organisierte dabei in vortrefflicher Weise einen staatlichen Dienst für das gesamte Gebiet der Erdbebenforschung. Auch die Instrumente erfuhren neue Verfeinerungen; so begann F. OMORI seine bedeutungsvollen Konstruktionen von Horizontal-Seismographen mit mechanischer Registrierung unter Anwendung des Kegelpendelprinzipes. Es wurde als stationäre Masse ein Gewicht von 10—20 kg genommen und durch eine Hebelübersetzung eine zehnfache Vergrößerung erreicht; die Konstanten waren 1899 etwa: $V = 10$, $T = 28$ Sekunden, also $E = 10$ mm.

Organisationen: Die Erfolge der registrierenden Instrumente regten den Gedanken an, nun nicht mehr wie bisher allein den lokalen Erdbebendienst, sondern durch ein die ganze Erde umfassendes Netz von Stationen auch den Fernbebendienst zu organisieren. Für den 6. internationalen Geographenkongreß in London 1895 verfaßte v. REBEUR-PASCHWITZ als letzte seismologische Tat seines Siechtums Vorschläge für eine internationale Organisation. Wir lesen hier:

„Seit einer Reihe von Jahren beobachtet man auf mehreren europäischen Stationen mit Hilfe gewisser äußerst empfindlicher Instrumente leichte, für das Gefühl nicht wahrnehmbare Erderschütterungen von einem sehr bestimmt ausgeprägten Charakter. Ihre Dauer ist eine sehr verschiedene, beträgt aber bei den empfindlichsten Instrumenten oft mehrere Stunden . . .

„Man bemerkte bald, daß diese Störungen sich über Tausende von Kilometern

hin ausbreiten, ohne wesentlich an Intensität zu verlieren; . . . es gelang, durch Verfolgung der Erdbebenberichte in Zeitungen und Zeitschriften den unzweifelhaften Zusammenhang jener Störungen mit weit entfernten Erdbebenkatastrophen festzustellen . . .

„Von den Erdbewegungen, welche in Europa beobachtet wurden, gingen einige der wichtigsten von Japan aus; und da in diesem Lande die Erdbebenbeobachtungen systematisch organisiert sind, so konnte genau festgestellt werden, wieviel Zeit vergeht, bis die Bewegung nach Europa gelangt. Dabei stellt sich heraus, daß diese Zeit viel kürzer ist, als man a priori angenommen hätte.

„Einige Beispiele werden dies zeigen. Am 17. April 1889 fand in Tokio ein heftiges Erdbeben statt, dessen erste Spuren in dem 9000 km entfernten Potsdam schon 13 Minuten später bemerkbar waren . . .

„Die aufgeführten Beispiele ließen sich durch viele andere vermehren. Sie beweisen, daß derjenige Teil der Bewegung, welcher den Anfang der Störungen in Europa verursacht, sich bei so weiten Entfernungen ungefähr mit einer Geschwindigkeit von 10 km in der Sekunde (v_1) fortpflanzt.

„Im weiteren Verlauf der Störungen, welche oft eine mannigfache Zu- und Abnahme der Bewegung erkennen lassen, tritt fast immer eine Phase deutlich hervor. Sie kommt bei den entferntesten Erdbeben erst 30 bis 40 Minuten nach dem Anfange an und besteht aus langen, flachen Wellen, welche über die Erdoberfläche ebenso hinziehen, wie die Dünung über den Ozean . . .

„Es kann . . . kaum noch einem Zweifel unterliegen, daß die Bewegung, welcher die Geschwindigkeit v_1 entspricht, ihren Weg mitten durch die Erde nimmt, und es ist sehr wahrscheinlich, daß die sehr großen Geschwindigkeitszahlen ihre Erklärung dadurch finden, daß in den Tiefen der Erde elastische Bewegungen viel rascher fortgepflanzt werden, als an der Oberfläche.

„Was die langen Wellen mit der Geschwindigkeit v_2 betrifft, so sprechen die Beobachtungen bei großen Entfernungen dafür, daß sie sich hier hauptsächlich auf der Erdoberfläche ausbreiten . . .

„Der günstige Erfolg, welchen die oben kurz skizzierten Beobachtungen trotz der rein zufälligen Gruppierung der Stationen und ihrer Beschränkung auf einen kleinen Teil der Erdoberfläche gehabt haben, veranlaßt die Unterzeichneten, mit folgendem Plane hervorzutreten.

„Wir wollen in erster Linie die Gründung eines internationalen Netzes von Erdbebenstationen in Anregung bringen, dessen Aufgabe es sein soll, die Ausbreitung der von großen Erdbebenzentren ausgehenden

Bewegungen auf der Erdoberfläche und durch den Erdkörper in systematischer Weise zu beobachten.

„Die Bedeutung der hier in Vorschlag gebrachten Erdbebenbeobachtungen für die Physik der Erde läßt sich nicht hoch genug veranschlagen. Da es fast sicher ist, daß die von einem Erdbebenherde ausstrahlende elastische Bewegung sich durch den Erdkörper fortpflanzt, mit einer Geschwindigkeit, deren Größe von der Dichtigkeit und Elastizität der verschiedenen Tiefenschichten abhängen muß, und da sichere Anzeichen vorhanden sind, daß diese Geschwindigkeit mit der Tiefe, welche die Bewegung erreichte, veränderlich ist, so geben die Erdbebenbeobachtungen ein Mittel in die Hand, um auf indirektem Wege Aufschlüsse über den Zustand des Erdinnern zu erhalten, welches wohl für alle Zeiten der direkten Beobachtung verschlossen sein wird. Es ist daher durch diese systematischen Beobachtungen die Möglichkeit geboten, mit Aussicht auf Erfolg an die Lösung einer Frage heranzutreten, welche für die gesamte Wissenschaft von fundamentalster Bedeutung ist, und bisher von verschiedenen Seiten in nur zu widersprechender Weise beantwortet wurde.

„Zugleich wird die Seismologie eine ungeahnte Förderung erfahren, denn nunmehr stehen der Beobachtung auch die unzugänglichsten Teile des Erdballs offen. Alle stärkeren Erd- und Seebeben, wo auch immer sie stattfinden mögen, müssen ihre Spuren auf den Photogrammen der geplanten Stationen hinterlassen."

Der so vorgeschlagene internationale Zusammenschluß ließ sich noch nicht erreichen, doch wirkten die gegebenen Anregungen kräftig weiter. Die British Association for the Advancement of Science begann 1897 Beobachtungsstationen für Fernbeben in allen Teilen der Welt zu errichten und mit Milneschen Horizontalpendeln auszurüsten; heute gibt es schon mehr als 40 solcher Stationen. — Auch die anderen Kulturnationen wandten sich mit wachsendem Eifer der Erdbebenforschung zu.

In Deutschland gelang es G. Gerland, der sich mit außerordentlichem Eifer der internationalen und nationalen seismischen Pläne annahm, noch in den letzten Jahren des scheidenden Jahrhunderts zu erreichen, daß mit Mitteln des Reichs und der Reichslande Elsaß-Lothringen in Straßburg eine „Kaiserliche Hauptstation für Erdbebenforschung" unter seinem Direktorat errichtet wurde. Der Bau des Hauses für die Registrierungen begann 1899 und wurde 1900 vollendet; schon in diesem Jahr wurde mit der Veröffentlichung von Monatsberichten über Erdbebenregistrierungen begonnen.

Theoretische Diskussionen. Neben allen den beschriebenen Bemühungen, den Erdbebenbeobachtungsdienst zu verbessern, gingen Versuche einher, die gewonnenen praktischen Resultate theoretisch zu verwerten. Für die Physik der Erde

im Ganzen handelte es sich dabei vor allem um die fundamentalen Fragen: Welcher Art sind die Erdbebenwellen? Welche Wege schlagen sie in der Erde ein? — Longitudinale und transversale, Oberflächenwellen und Wellen durch mehr oder weniger tiefe Schichten wurden in Betracht gezogen. Daß in der Erdbebenbewegung jedenfalls zwei verschiedene Phasen zu unterscheiden sind: „Vorläufer" und „Hauptwellen", war gleich im Anfang der japanischen Registrierungen (um 1880) festgestellt worden. In seinen vorhin zitierten „Vorschlägen" usw. beschränkt sich v. Rebeur-Paschwitz auf diese Teilung. In seiner großen Arbeit über die Straßburger Horizontalpendelbeobachtungen unterscheidet er zwar außerdem den Beginn und das Maximum der Hauptwellen; daß sich aber in den Vorläufern in der Regel noch der Beginn einer bestimmten zweiten neuen Phase bemerkbar macht, ist ihm, wie es scheint, entgangen. Wir können dieses leicht verstehen, da sein Instrument wegen der geringen Registriergeschwindigkeit die einzelnen Schwingungen nicht auflöste. — Die Registrierungen mit den sonst in jener Zeit vorhandenen Instrumenten besserer Auflösefähigkeit litten wiederum an dem Umstand, daß die Eigenschwingungen bei verhältnismäßig kleiner Periode und bei mangelnder Dämpfung zu große Störungen bewirkten, so daß auch hier sichere Schlüsse über eine weitere Phasenteilung schwierig waren. Erst in den letzten Jahren des scheidenden Jahrhunderts und fast gleichzeitig von verschiedenen Seiten, wobei schon das Göttinger geophysikalische Institut mit in Betracht kam, gelangte man zu der Sicherheit, daß in den regulären Erdbebenbewegungen im Falle nicht zu großer Nähe des Herdes nach dem Beginn und vor den „Hauptwellen" eine neue Art von Wellen einsetzen. Nach Omori nennt man diese Wellen jetzt „zweite Vorläufer".

Die Vermutung, daß die ersten Vorläufer longitudinale Wellen seien, fand von vornherein allgemeine Anerkennung, da sie den physikalischen Verhältnissen durchaus entspricht. Offen blieb die Frage des Weges — ob oberflächlich oder mehr oder weniger tief —, für welche in verschiedener Weise Beantwortungen versucht wurden. — Für die Hauptwellen konnte zunächst aus dem Umstande, daß sie mit nahe gleichbleibender Geschwindigkeit über die Erdoberfläche eilen, geschlossen werden, daß sie nur den oberflächlichen Schichten angehören, aber über ihre Art boten sich vielerlei Möglichkeiten je nach der Ansicht über die Beschaffenheit der Erdrinde. Weit verbreitet war eine auch in den zitierten Rebeurschen „Vorschlägen" zutage tretende Vorstellung, nach der die Erdoberfläche in den Hauptwellen auf- und abschwankt und durch die dabei auftretenden Neigungsänderungen die Seismometer in Schwingungen versetzt. Mit fehlerhaften Vorstellungen über die Wirksamkeit

der Seismographen wurde diese Ansicht wieder und wieder verfochten und bekämpft. August Schmidt wies 1896 darauf hin, daß statt der ganz unwahrscheinlich großen Vertikalbewegungen von mehreren Dezimetern, welche man selbst bei Fernbeben auf Grund der Neigungshypothese annehmen mußte, schon Horizontalschwankungen von der Größenordnung eines Millimeters zur Erklärung der Beobachtungen genügen.

c) Die ersten seismologischen Arbeiten im Göttinger geophysikalischen Institut (1898—1900).

Vorbemerkung. In der geschilderten, lebhaft erregten Zeit der Erdbebenforschung ging 1898 in Göttingen aus dem erdmagnetischen Observatorium das „geophysikalische Institut" hervor. Bedenkend, daß die Schwierigkeiten, welche die theoretische Verwertung der Erdbebenregistrierungen für die Geophysik bisher gefunden hatte, hauptsächlich in dem Umstande begründet waren, daß die vorhandenen Apparate zwar für das Anzeigen von Erderschütterungen, nicht aber für die sichere Feststellung ihrer Art geeignet waren, stellte ich dem Institut zunächst die Aufgabe, Registrierinstrumente und Registriermethoden in dieser Hinsicht zu vervollkommnen. — Die Instrumente, von welchen weiterhin zunächst die Rede sein wird, fanden ihre Aufstellung sämtlich noch in der Göttinger Sternwarte, die das Institut in dieser anfänglichen Zeit noch aufnahm. Es wurden dabei Kellerräume im Westflügel und der westliche Ecksaal im Mittelbau der Sternwarte benutzt.

Horizontalpendel. Sogleich 1898 wurde der Bau eines photographisch registrierenden Horizontalpendels mit Faden und Spitze als Achse (Kegelpendel) von sehr einfacher Konstruktion in Angriff genommen, welches im Februar 1899 den regelmäßigen Dienst begann. — Mein Ziel verlangte in erster Linie die Beseitigung des störenden Einflusses der Eigenschwingungen. Hierzu verwandte ich eine Luftdämpfung; die Dämpfung im physikalischen Sinne des Wortes, welche bei physikalischen Apparaten eine so große Rolle spielt, wurde damit auch für die Seismik dienstbar gemacht. — Die Empfindlichkeit des Instrumentes war bei $V = 25$, $T =$ höchstens 20 Sekunden, also $E =$ höchstens 12 mm nur mäßig groß, aber die mit ganz besonderer Sorgfalt angeordnete Optik, welche scharfe Kurven von nur $^1/_{10}$ mm Breite leicht zu erreichen erlaubte, ermöglichte doch eine große Feinheit der Beobachtung. Um eine Auflösung der Kurven in die Einzelschwingungen zu erreichen, mußte die Registriergeschwindigkeit sehr viel größer als bis dahin bei photographischer Registrierung üblich gewählt werden; ich entschied mich für 6 mm in 1 Minute (das heißt für eine zehnmal größere Geschwindigkeit, als

sie von Rebeur-Paschwitz für die Erdbebenregistrierung vorgeschlagen worden war). Über die erlangten Resultate berichtete eine Abhandlung in den Nachrichten der Göttinger Gesellschaft der Wissenschaften, die im Juli 1899 vorgelegt wurde, außerdem fand ich im Herbst desselben Jahres auf dem 7. internationalen Geographenkongreß in Berlin Gelegenheit, darauf unter Vorlegung von Originalkurven zurückzukommen. — Ein zweiter Einsatz neuer Wellen in den Vorläufern wurde als Regel erkannt. Besonders bemerkenswert schien, daß öfters zwei zu verschiedenen Zeiten gewonnene Erdbebendiagramme sich bis in kleine Einzelheiten hinein gleichen, so daß auch diese Bedeutung gewinnen, sei es für die Beschaffenheit der Erdrinde am Herd, sei es für die Fortpflanzung der Wellen durch die Erde.

Astatisches Pendel. Auf einer Studienreise nach Italien (Ende 1899), für welche die Königliche Regierung die Mittel gewährte, hatte ich Dank dem Entgegenkommen der italienischen Seismologen Gelegenheit, die dortigen berühmten mechanisch registrierenden Pendel genau kennen zu lernen. Ich kam zu der Einsicht, daß die mechanische Registrierung in Ruß wegen der größeren Feinheit der Kurven und der Möglichkeit größerer Registriergeschwindigkeit der photographischen Registrierung bei der Aufzeichnung kurzer Perioden in den Erdbeben überlegen ist, und faßte die Hoffnung, daß es wohl auch bei mechanischer Registrierung gelingen werde, die Empfindlichkeit der photographierenden Pendel für lange Perioden zu erreichen und durch Dämpfung hinreichende Reinheit der Aufzeichnungen zu erzielen. Schon im Jahre 1900 gelang es, in dem jetzt meist „astatisches Pendel" genannten Instrument einen Seismographen zu bauen, der den gehegten Erwartungen entsprach; die ersten Registrierungen wurden im Juni 1900 erhalten.

Als erstes wesentliches Resultat ergab sich, daß trotz der außerordentlich verschiedenen Bauart dieses Instrumentes und des Horizontalpendels beide doch die gleichen Bilder der Erdbodenbewegungen lieferten. Hiermit war der Beweis geliefert, daß es für die Seismik keineswegs darauf ankommt, mit gleichartigen Instrumenten zu arbeiten, sondern nur darauf, durch zweckmäßige Konstruktion dafür zu sorgen, daß aus den Registrierungen einwandfreie Schlüsse auf die Erdbodenbewegungen gezogen werden können.

Das „astatische Pendel", welches in der Werkstätte für Präzisionsmechanik von G. Bartels in Göttingen gebaut wird, ist im Laufe der Zeit vielfach verbessert worden und arbeitet jetzt außer in Göttingen noch in Leipzig, Potsdam, Straßburg, Jena, Hamburg, Wien, Upsala, Samoa; weitere Stationen werden vorbereitet.

In Abbildung 12, die den Einblick in den Instrumentenraum des Erdbeben

hauses des neuen geophysikalischen Institutes zeigt, sieht man das Instrument in der Seitenansicht auf der linken Seite. Abbildung 13 zeigt den Oberteil mit dem Schreibwerk in der Ausführung von 1905. — Die schwingende Masse beträgt etwa 1000 kg

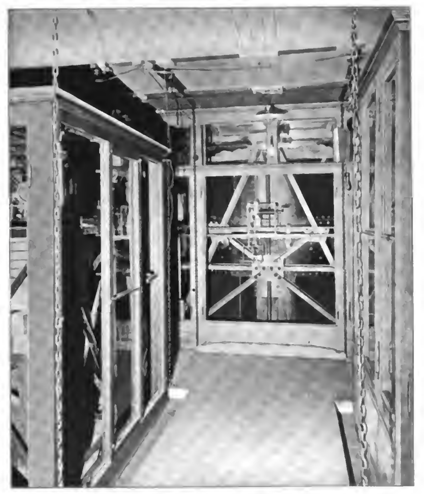


Abb. 12. Instrumentenraum des Erdbebenhauses.

(bei dem Göttinger Instrument 1200 kg) und stellt ein „verkehrtes Pendel" dar, indem sein Drehpunkt etwa 90 cm unterhalb des Schwerpunktes liegt. Der Hauptteil der Masse wird durch einen aus Platten zusammengesetzten gußeisernen Zylinder von etwa 80 cm Durchmesser und etwa 40 cm Höhe gebildet, den man auf beiden Abbildungen leicht erkennen wird. Am Umfallen wird das Pendel durch Federn in dem

Hebelwerk verhindert, welches die Schreibarme bewegt. Solcher Schreibarme sind zwei vorhanden, einer für die Nordsüd-, ein anderer für die Ostwest-Komponente. In Abbildung 13, wo die Schreibarme auf den Beschauer zu gerichtet sind, ruht eine Schreibspitze auf dem für die Registrierung bestimmten Papier — das bei der photographischen Aufnahme noch nicht berußt war —, die andere auf der die Papierstreifen tragenden Walze des Uhrwerkes. Die Vergrößerung V kann zwischen 100 und 300 variiert werden, die Schwingungsperiode T läßt sich bis etwa 20 Sekunden steigern. Es ist eine Neigungsempfindlichkeit E von etwa 50 mm für eine Bogensekunde noch gut zu erreichen. Der Apparat wird direkt auf den Fußboden oder auf einen Pfeiler im Fußboden gestellt und nimmt mit seinem Bedeckungsschrank nur eine Höhe von

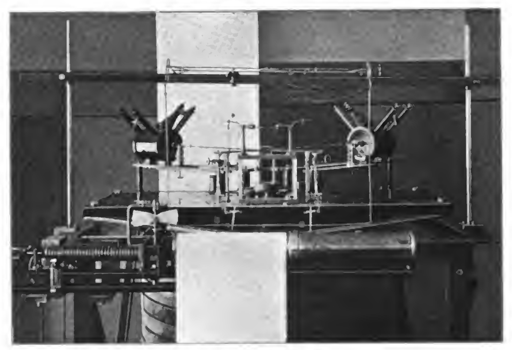


Abb. 13. Oberteil des „astatischen Pendels".

186 cm in Anspruch; so wird es leicht möglich, ihn gegen äußere Störungen zu schützen.

Die Schreibspitzen werden durch die abgerundeten Enden feiner Platindrähte von etwa $^1/_{10}$ mm Dicke gebildet und ruhen mit wenig mehr als $^1/_2$ Milligramm Druck auf dem berußten Papier. So wird der Reibungswiderstand auf weniger als 1 Milli-

gramm herabgedrückt; trotzdem und trotz der großen schwingenden Masse kommt er bei den Aufzeichnungen doch schon merklich in Betracht, ja er wirkt bei sehr hoch gewählter Vergrößerung ernstlich störend. Hier tritt einer der beiden Gründe zutage, warum die schwingende Masse so groß gewählt werden mußte; der zweite wird durch die Notwendigkeit geboten, der schwingenden Masse gegenüber der Trägheit der im Schreibwerk bewegten Massen die Vorherrschaft zu geben. — Sehr viel Aufmerksamkeit war erforderlich, um die vielfachen Gelenke der beweglichen Teile unter Anwendung von Biegefedern und Spitzen so zu konstruieren, daß sie keine andere Nachgiebigkeit als die gebotene zeigen und ohne merkliche Reibung arbeiten. — Als Registriergeschwindigkeit sind 10—20 mm in 1 Minute vorgesehen.

Die hohe Empfindlichkeit, die Zartheit der Kurven und die Größe der Registriergeschwindigkeit hätten doch noch nicht genügt, auswertbare Aufzeichnungen zu geben, wenn nicht die Störungen durch die Eigenschwingungen des Pendels in irgend einer Weise beseitigt worden wären. So wurde denn auch hier wieder eine Luftdämpfung eingeschaltet. Die Mechanismen der beiden Zeigerübertragungen erhielten zu dem Zweck je einen Kolben, der sich mit engem Luftzwischenraum in einem Zylinder bewegt. In Abbildung 13 wird man sie im Hintergrund rechts und links bemerken; auch in Abbildung 12 ist einer der Dämpferzylinder sichtbar. Bei den neueren Instrumenten ist der Zwischenraum zwischen Kolben und Zylinder so enge, daß zunächst eine zu starke (aperiodische) Dämpfung entsteht; durch passende Öffnung eines Ventiles in einem Luftkanal, der den vorderen und den hinteren Teil des Zylinders verbindet, hat man es in der Hand, die Dämpfung nach Belieben zu regulieren. —

Klinograph von W. Schlüter. Mein Assistent W. Schlüter unternahm es 1898 als Doktorarbeit die vorhin hervorgehobene Frage instrumentell zu entscheiden, in welchem Verhältnis bei den Fernbeben die wirklichen Neigungen des Bodens zu den scheinbaren infolge der Horizontalbewegungen, besser gesagt, infolge der Horizontalbeschleunigungen stehen. Da Schlüter anfänglich die Meinung hegte, die wirklichen Neigungen seien vorherrschend, war es um so eindrucksvoller, als es ihm bald gelang, völlig sicher nachzuweisen, daß die wirklichen Neigungen gegenüber den scheinbaren sehr weit zurücktreten, und zwar weit genug, um bei den gewöhnlichen Seismometern jede Bedeutung zu verlieren. Schlüter baute für seine Untersuchungen ein besonderes Instrument, welches er „Klinograph" nannte. In der Hauptsache bestand es aus einem um eine Schneide frei schwingenden Rahmen in Form eines Wagebalkens von ca. $1\frac{1}{2}$ m Länge mit zwei je 7 kg schweren Gewichten an den Enden, dessen Schwerpunkt möglichst genau in die Schneide verlegt wurde, so daß

er wohl auf wirkliche Neigungen, aber möglichst wenig auf die scheinbaren Neigungen infolge von Parallelverschiebungen mit Drehungen relativ zum Erdboden antwortete. Der Vergleich der photographischen Registrierungen des Klinographen, die im Mai 1899 begannen, mit denen meines Horizontalpendels ergab, daß die Aufzeichnungen des Klinographen relativ kleiner und kleiner wurden, je genauer es gelang, den Schwerpunkt in die Drehachse zu legen, ganz so, wie es der Annahme unmerklicher Neigungen entsprach. — Schlüter machte im Februar 1901 sein Doktorexamen, erst später in diesem Jahre wurde die Arbeit gedruckt, so daß ihre Veröffentlichung schon außerhalb des jetzt betrachteten Zeitabschnittes (bis Ende des 19. Jahrhunderts) fällt. Es möge aber gestattet sein, gleich hier zu bemerken, daß die Schlütersche Arbeit die verdiente Beachtung wohl fand, und auch, daß ihr Resultat später von dem Petersburger Akademiker Fürsten Galitzin mit der Vermutung angezweifelt worden ist, das Gehänge sei vielleicht nicht beweglich genug gewesen, um genügend fein zu reagieren; es enthält aber die Schlütersche Doktorarbeit (Göttingen 1901) selbst vollauf Belege dafür, daß dieser Einwand durchaus nicht berechtigt ist; insbesondere ist ja seine Wirkung stets quantitativ mit der des Horizontalpendels verglichen worden. —

Schlüters Vertikal-Seismograph. 1900 wandelte Schlüter seinen Klinographen durch Hinzufügen eines einseitig wirkenden Gewichtes und von tragenden Federn in einen photographisch registrierenden Vertikal-Seismographen um, der mit $V = 160$, $T = 15$ Sekunden, also $E = 43$ mm alle bisherigen Vertikal-Seismographen weit übertraf und den empfindlichsten Horizontal-Seismographen gleichwertig war.

Über die Arbeiten Schlüters mit diesem Apparat und die Verwertung seiner Aufzeichnungen legte sich leider schon der Schatten des Todes, der das immer schwächer glimmende Leben im Frühjahr 1902 auslöschte. Die Drucklegung der Veröffentlichung fand erst nach Schlüters Tod, also ebenfalls außerhalb der jetzt in Rede stehenden Zeitperiode statt. Da die Beobachtungen aber dem 19. Jahrhundert angehören, so möge auch in diesem Falle zur Vereinfachung meiner Berichterstattung das Resultat vorgreifend angegeben werden. Im Einklang mit den in den v. Rebeur-Paschwitzschen „Vorschlägen" dargelegten Anschauungen und diese stützend zeigte sich, daß mit immer größerer Entfernung des Erdbebenherdes die Vertikalkomponente in den ersten Vorläufern gegenüber der Horizontalkomponente mehr und mehr vorherrschend wird, während in den Hauptwellen das Verhältnis sich nicht wesentlich ändert.

d) Seismologische Arbeiten im beginnenden 20. Jahrhundert.

Geschichtliche Vorbemerkungen. In unserem beginnenden 20. Jahrhundert zeigt sich überall eine lebhafte Weiterentwicklung der seismischen Forschung: die Instrumente werden verfeinert, das Netz der Stationen vergrößert sich stetig, die Organisation wird verbessert und die Berichterstattung vervollkommnet.

In bezug auf die Apparate mag zunächst erwähnt werden, daß Omori sein Horizontalpendel, welches er jetzt „Tromometer" nennt, mehrfach in neuen Konstruktionen baute. Die stationäre Masse hat (1902) ein Gewicht von 50 kg erhalten und die Indikatorvergrößerung ist erhöht worden. — In Straßburg wurde von der Firma J. und A. Bosch in Verbindung mit der Hauptstation für Erdbebenforschung ein dem Omorischen ähnliches Instrument hergestellt, das unter dem Namen „Straßburger Schwerpendel" für die Ausrüstung vieler Stationen angewandt worden ist. Die stationäre Masse hat 16 kg Gewicht, die Konstanten sind ungefähr: $V = 15$, $T = 30$ Sekunden, also $E = 17$ mm. Die Firma J. und A. Bosch hat auch Neukonstruktionen des Ehlertschen Instrumentes vorgenommen, welches sie früher schon baute.

Auf Anregung von G. Gerland fanden in Straßburg 1901 und 1903 internationale Konferenzen über die Erdbebenforschung unter sehr großer Beteiligung statt. Es wurden die Grundlinien für eine internationale seismologische Assoziation der Staaten festgestellt. Die Gründung dieser Assoziation, welche nun schon einen großen Teil der Kulturstaaten umfaßt, schloß sich an eine Konferenz von staatlichen Delegierten in Berlin 1905. — Das englische Stationsnetz mit den Milneschen Instrumenten steht bisher außerhalb dieser Assoziation; ebenso fehlen bisher Österreich und die Vereinigten Staaten von Nordamerika.

Die deutsche seismologische Forschung ist im Anschluß an die internationalen Pläne im weiteren Fortschritt begriffen. 1902 wurde für die Straßburger Kaiserliche Hauptstation ein „Kuratorium" gegründet, welches neben Vertretern der Regierung eine größere Zahl deutscher Seismologen umfaßt. Alljährlich tritt es zusammen, um zunächst über die Interessen der Straßburger Hauptstation, dann aber auch über alle Interessen der nationalen deutschen Forschung zu beraten. — Neben der Straßburger Station ist eine Reihe von anderen Stationen gegründet worden. Für Preußen wurden 1905 die beiden schon bestehenden Stationen in Potsdam (geodätisches Institut) und in Göttingen (geophysikalisches Institut) von der Regierung zu „Hauptstationen für Erdbebenforschung" im Rahmen des deutschen Netzes erklärt. Weitere Stationen sind in Vorbereitung. — Ganz besonders wichtig für den

Anteil Deutschlands an der seismologischen Erforschung der Erde ist die Gründung von Kolonialstationen, überhaupt die Organisation des Erdbebenbeobachtungsdienstes in den Kolonien. Einmal umfassen sowohl die Schutzgebiete in Afrika als auch im Stillen Ozean seismologisch sehr bedeutsame Gebiete der Erde, wie aus einer durch v. Dankelmann verfaßten Denkschrift hervorgeht, zweitens wird die Untersuchung der Ausbreitung der Erdbebenwellen von dem Herd über die Erdoberfläche und durch den Erdkörper, an welche sich alle die wichtigen Fragen über die elastische Beschaffenheit der Erde und ihrer Rinde knüpfen, ganz bedeutend unterstützt, ja in vieler Hinsicht erst möglich gemacht, wenn gleichartige Beobachtungen an verschiedenen über die Erde verteilten Stationen zur Verfügung stehen. Für die Erforschung der lokalen Seismizität sind in den einzelnen Schutzgebieten von verschiedenen Seiten Anfänge gemacht worden. Für die Registrierung der die Erde durcheilenden Erdbebenwellen wurde von der Königlichen Gesellschaft der Wissenschaften in Göttingen auf den Samoainseln im Stillen Ozean eine Station als ein Teil des geophysikalischen Observatoriums in Apia (vergl. S. 136) ausgerüstet. Gleich anfänglich (1902) nahm O. Tetens ein „astatisches Pendel" mit sich. Er ging in erster Linie darauf aus, die Nahbeben zu registrieren, welche in Apia in außerordentlich großer Zahl und öfters in fühlbarer Stärke eintreten, d. h. er benutzte zwar eine starke Indikatorvergrößerung ($V = 200$), aber nur eine geringe Empfindlichkeit gegen Neigungen ($E = 4$ mm). Von Herrn F. Linke, der im Dezember 1904 in Apia eintraf, wurde dann die Regulierung mehr der Registrierung der Fernbeben angepaßt ($V = 140$, $T = 11^1/_2$ Sekunden, also $E = 22$ mm). — O. Tetens ist augenblicklich in Göttingen im geophysikalischen Institut damit beschäftigt, seine Erdbebenbeobachtungen für die Veröffentlichung zu bearbeiten. F. Linke stellt nach dem sogleich zu erwähnenden Göttinger Schema Berichte über seine Fernbebenregistrierungen zusammen und veröffentlicht sie in kurzen Intervallen, so daß die Berichte für das ganze Jahr 1905 jetzt schon vorliegen. Die Nahbebenregistrierungen sollen in besonderen Zusammenstellungen veröffentlicht werden.

Göttinger Erdbebenregistrierungen. Das Erdbebenhaus des neuen geophysikalischen Institutes ist, wie schon berichtet, 1902 erbaut worden. Noch in diesem Jahre wurde das astatische Pendel aus der Sternwarte entfernt und hier aufgestellt. Es beginnt nun eine neue Art der seismologischen Betätigung des Institutes. Während bis dahin von einem regelmäßigen Dienst für die internationale Erdbebenforschung Abstand genommen worden war, schien jetzt die Zeit gekommen, diese Zurückhaltung aufzugeben. Einmal waren im Institut selbst nunmehr genügend Erfahrungen in den

Registrierungen und ihrer Verarbeitung gesammelt worden, zweitens hatte die internationale Organisation der Erdbebenforschung ein Stadium erreicht, wo es sehr wesentlich darauf ankam, festzustellen, wie die Bearbeitung der Registrierungen und ihre Veröffentlichung erfolgen solle. In theoretischen und experimentellen Arbeiten hatte ich zu zeigen versucht, wie man aus den Registrierungen auf die wirklichen Bewegungen der Erdoberfläche schließen könne; nun galt es, an die praktische Durchführung der Gedanken zu gehen.

Bei der Mannigfaltigkeit der Erscheinungen, welche die Erdbebendiagramme zeigen, ist es nicht angebracht, alle ausführlich zu beschreiben. Es bleibt nur der Ausweg, Übersichten zu veröffentlichen, welche alle registrierten Erdbeben aufzählen, aber nur ihre wesentlichsten Züge angeben, und es dann speziellen Arbeiten zu überlassen, besondere Erdbeben ausführlicher zu behandeln. Während bei den Einzelbearbeitungen der wissenschaftliche Takt jedesmal von neuem Ziel und Maß feststellen muß, ist es geboten, die Massenarbeit der Übersichten sorgfältig zu schematisieren. Viel kommt es dabei darauf an, die Grenzen dessen zweckmäßig zu wählen, was noch zu berücksichtigen ist, damit einerseits die Bearbeitungen nicht zu umfangreich werden und andererseits genügend Material für die Behandlung aller derjenigen Aufgaben geboten werde, welche allein auf die Verwertung der allgemeinen Übersichten angewiesen bleiben. — Jedenfalls ist selbstverständlich, daß die Eintrittszeiten der Hauptphasen anzugeben sind, also die Zeiten des Beginnes der „ersten" und der „zweiten" Vorläufer, sowie des Auftauchens der „langen Wellen", ihres Maximums und ihres Unmerklichwerdens, des Endes der deutlichen Registrierung des Erdbebens überhaupt. Im übrigen sind für die Erdbeben fast immer periodische Schwingungen bestimmter Periode charakteristisch. So wird man die hauptsächlichsten Perioden mitzuteilen haben und die zugehörige Größe der Erdbodenbewegung. Sind charakteristische Einsätze vorhanden, was sowohl in den ersten wie in den zweiten Vorläufern oft der Fall ist, so scheint ein Hinweis am Platze. Besonderheiten des Bebens sind anzugeben, vor allem Abweichungen vom gewöhnlichen Typus. — Nach diesem Programm, welches möglichste Einschränkung bedeutet, wurden von F. Linke und mir für den Anfang des Jahres 1903 Bearbeitungen vorgenommen. Dann hat G. von dem Borne das zweite Halbjahr 1903, H. Schering das Jahr 1904 bearbeitet. Vom Oktober 1904 ab werden in Erfüllung vielfacher Wünsche nach schneller Berichterstattung autographierte Wochenberichte an seismologisch interessierte Institute und Personen versandt. Diese Wochenberichte schließen sich genau an den Betrieb des Institutes selbst; es werden nämlich allwöchentlich die für die Registrierung notwendigen Papiere vor-

bereitet, die beschriebenen Papiere für die Bearbeitung fertig gestellt und die gewonnenen Kurven bearbeitet. — Die jetzt verwendeten Bezeichnungen unter Benutzung der lateinischen Sprache wurden im wesentlichen in Besprechungen mit G. von dem Borne festgestellt, von ihm rührt die wichtige Unterscheidung zwischen „plötzlichem Einsatz" (*i* = impetus) und „allmählichem Auftauchen" (*e* = emersio) her. — Neuerdings werden neben den Amplituden der Erdbodenbewegungen auch die maximalen Beschleunigungen angegeben, da diese direkt ein Maß für die Intensität der Erschütterungen darstellen, während die Amplituden erst in Verbindung mit der Periode ein Urteil erlauben.

Die Verwertung der Registrierungen in Einzeluntersuchungen hat in mehrfachen Publikationen begonnen. —

Instrumente der Göttinger Station für regelmäßige Erdbebenregistrierungen. Die Seite 136 erwähnten besonderen Bewilligungen der Königlichen Regierung ermöglichten es, den Bestand an Seismographen für den regelmäßigen Beobachtungsdienst zu vergrößern. Dabei verfolgte ich einen durch die früheren Erfahrungen nahegelegten Plan, der nun schon zu erheblichem Teil hat realisiert werden können. — Man beobachtet bei den Erdbeben Perioden sehr weit verschiedener Größe, oftmals nebeneinander bei einem und demselben Erdbeben, und es knüpfen sich daran sehr wichtige geophysikalische Fragen, da es sich wohl um Eigenschwingungen der verschiedenen Erdschichten handelt. Man muß mit Perioden von 1 Sekunde und darunter und andererseits von 1 Minute und darüber rechnen. Die kleinen Perioden entsprechen wahrscheinlich den Schwingungen von Erdschichten geringer Tiefe an der Erdoberfläche; die zugehörige Amplitude ist in Göttingen stets nur gering, indem $^1/_{100}$ mm selten überschritten wird. In dem Hauptteil der langen Wellen steigen die Perioden bis etwa 20 Sekunden; hier ist am Herde wohl zuweilen die ganze Erdrinde bis zur Magmaschicht in Schwingungen versetzt worden. Auch bei den Vorläufern können die Perioden bis etwa zu dieser Größe heraufgehen. Perioden von erheblich längerer Dauer als 20 Sekunden findet man nur im Beginn der langen Wellen, deren Periode anfänglich abnimmt, um dann meist schon nach wenigen Schwingungen nahezu konstant zu werden. — Die Amplitude der Wellen längerer und sehr langer Perioden kann in Göttingen bis zu 1 cm ansteigen.

Den Anforderungen, welche durch die so angedeuteten Verhältnisse und theoretischen Fragen an die Registrierungen gestellt werden, kann nur durch das Zusammenarbeiten verschiedenartiger Instrumente entsprochen werden. Ich entschloß mich, für Göttingen zunächst Seismographen in drei Gruppen zu beschaffen; für die erste der Gruppen, bestimmt zur Registrierung der kurzen Perioden, wurde eine Eigenperiode

von etwa $1\frac{1}{2}$ Sekunden und eine Vergrößerung von mindestens 2000 vorgesehen, für die zweite eine Eigenperiode in der Nachbarschaft von 10 Sekunden und eine Vergrößerung von 100—200, für die dritte, bestimmt für die Registrierung der längsten Perioden, eine Eigenperiode in der Nachbarschaft von 1 Minute und eine Vergrößerung von etwa 10. Für jede Gruppe wurde die Registrierung der Nordsüd-, der Ostwest- und der Vertikalkomponente in Aussicht genommen. Da die mechanische Registrierung feinere Details gibt und billiger arbeitet wie die photographische, sollte sie soweit als möglich angewandt werden. —.

17000 kg-Pendel. Der Bau eines Instrumentes für die Horizontalkomponenten in der ersten Gruppe begann im Jahre 1904, ist aber aus finanziellen Gründen auch jetzt noch nicht vollendet, indem das Schreibwerk für die Ostwestkomponente fehlt. — Die Nordsüdkomponente wird seit dem Frühjahr 1905 registriert. — Das Eisenwerk ist von der Fabrik für Eisen-Hoch- und Brücken-Bau von Louis Eilers, Hannover-Herrenhausen, geliefert worden. In Bezug auf die Feinmechanik vereinigten sich die Göttinger Werkstätten von G. Bartels und Spindler & Hoyer.

Abbildung 12 zeigt im Mittelfeld den Anblick des Instrumentes von der Tür des Instrumentenraumes aus, Abbildung 14 den Anblick des Schreibwerkes der Nordsüdkomponente. Mit Rücksicht auf die gewünschte starke Vergrößerung wurde der „stationären Masse“ ein Gewicht von 17000 kg gegeben, das ist so viel, als unter den gegebenen Verhältnissen erreichbar schien. Die Masse wird gebildet durch einen zylindrischen Eisenblechkessel mit ebenem Boden von nicht ganz 2 m Durchmesser und nicht ganz 2 m Höhe, der mit Schwerspat gefüllt ist. Man wird auf beiden Bildern den Kessel leicht erkennen und auf dem ersten auch den angehäuften Schwerspat oben, unter der Decke des den Apparat einhüllenden Glaskastens, bemerken. — Der Kessel soll seiner Bestimmung gemäß horizontal frei beweglich sein. Zu diesem Zwecke ist er an drei Eisenstäben von etwa 3 cm Durchmesser aufgehängt, deren elastische Biegsamkeit für die nötige Bewegungsfreiheit genügt. In der Mitte der Abbildung 12 sieht man einen der Eisenstäbe; sie fassen den Kessel unten an drei seitlichen Vorsprüngen an und werden ihrerseits oben von einem eisernen Gestell getragen. — Die relativ zum Gestell erfolgenden Bewegungen der stationären Masse sollen möglichst vollständig von „Stoßstangen“ aufgenommen und auf die Schreibvorrichtungen übertragen werden; um dieses zu erreichen, ist als Ausgangspunkt für die Stoßstangen ein Eisenkern im Schwerpunkt des mit Schwerspat gefüllten Eisenzylinders mittels 24 starken Eisenverbindungen gegen Boden und Zylinderwandung sehr solide abgestützt. — Abbildung 14 zeigt, wie die zur Nordsüdkomponente gehörige Stoßstange — durch ein

Eisenrohr gegen die Schwerspatfüllung geschützt — aus dem Kessel heraustritt. Die Stoßstange bewegt den Schreibstift, indem vier Hebel die Ausschläge nacheinander 5 mal, 5 mal, 5 mal, $17\frac{1}{2}$ mal, im ganzen also $5 \times 5 \times 5 \times 17\frac{1}{2} = 2200$ mal vergrößern. Für die Registrierungen ergibt sich infolge der Trägheit und der elastischen Nachgiebigkeit des Übertragungssystems ein gewisser Verlust, da aber bei dem Bau aller

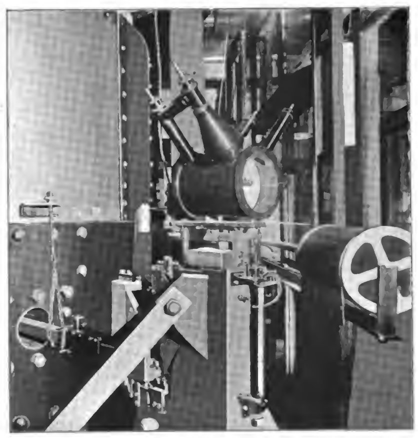


Abb. 14. Schreibwerk des 17000 kg-Pendels.

in Betracht kommenden Teile sorgfältig darauf Bedacht genommen ist, ihn möglichst herabzudrücken, beträgt er nur etwa 5%. Die Gelenke sind mittels Federn, Schneiden und Spitzen so konstruiert, daß sie keine merkliche Reibung geben, doch macht sich die Reibung der Schreibspitze auf dem berußten Papier schon bemerkbar. Marwin in Washington hat neuerdings, wie mir soeben bekannt geworden ist, gefunden, daß die Reibung durch sehr kleine fortdauernde Erschütterungen beseitigt werden kann;

da die elastische Nachgiebigkeit des Übertragungsmechanismus und die Trägheit seiner beweglichen Teile genügend klein sind, wird sich unter Anwendung dieses Kunstgriffes die Vergrößerung noch erheblich (auf 4000 oder 5000) steigern lassen. —

Als ersten Erfolg, sehr bald nach seiner Aufstellung, zeigte das Instrument in dem großen indischen Erdbeben vom 4. April 1905 die schnellen Schwingungen von etwa $1\frac{1}{2}$ Sekunden Periode, welche gleich anfangs in den ersten Vorläufern auftraten, fast eine Stunde lang bis weit in die langen Wellen hinein deutlich an, so daß mehr als 2000 aufgezeichnet worden sind. Diese Schwingungen entsprechen wohl den zerstörenden Vibrationen der ganz oberflächlichen sehr elastischen Schichten im Indusgebiet. — Besonders wichtige Dienste leistet das Instrument bei den kleineren europäischen Erdbeben, in denen die schnellen Schwingungen vorherrschen. —

Vertikal-Seismograph 2000-facher Vergrößerung. Als Vertikal-Seismograph in der ersten Instrumentengruppe ist ein aus früheren Jahren stammender, von mir konstruierter photographisch registrierender Apparat vorhanden, der etwa die gleichen individuellen Konstanten wie der Horizontalapparat besitzt, diesem aber vorläufig nachsteht, weil für die Registrierung bisher nur eine kleine Geschwindigkeit angewandt werden kann. — Die stationäre Masse ist ein Bleigewicht von 200 Gramm, das um eine horizontale Achse drehbar ist. Der Schwerpunkt, der um 5 cm von der Achse absteht, wird durch eine um diese gewundene Schneckenfeder (Triebfeder einer Uhr) seitlich in nahe gleicher Höhe gehalten. Der photographierende Spiegel besitzt eine eigene Drehungsachse, welche der der stationären Masse parallel läuft, und ist mit dieser so gekoppelt, daß er die Winkeldrehungen in 25facher Vergrößerung ausführt. — Es ist eine Luftdämpfung vorhanden, ferner auch eine „Temperaturkompensation“, um die Wirkung der Temperaturänderungen auf die Elastizität der Feder zu beseitigen. Eine „Astasierung“, d. h. eine Erhöhung der Schwingungsdauer und damit der Empfindlichkeit gegen sehr langsame Erdbodenbewegungen kann dadurch in zweckmäßig scheinender Größe herbeigeführt werden, daß man bei den beiden drehbaren Systemen die Schwerpunkte in passende Höhe gegenüber den Achsen bringt. Es läßt sich dabei in einfacher Weise erreichen, daß die Empfindlichkeit des Apparates gegen horizontale Erschütterungen hinreichend herabgesetzt wird. —

Vertikal-Seismograph mit einer stationären Masse von 1300 Kilogramm. In der zweiten Instrumentengruppe werden die beiden Horizontalkomponenten der Erdbewegung durch das schon beschriebene „astatische Pendel“ aufgezeichnet. Der Bau des zugehörigen Seismographen für die Vertikalkomponente wurde 1904

begonnen und im Sommer 1905 beendet. Er registriert ebenfalls mechanisch; die stationäre Masse beträgt 1300 kg, die Indikatorvergrößerung ist auf 160 reguliert; für die Eigenperiode hat sich eine Dauer von 7 Sekunden als besonders zweckmäßig

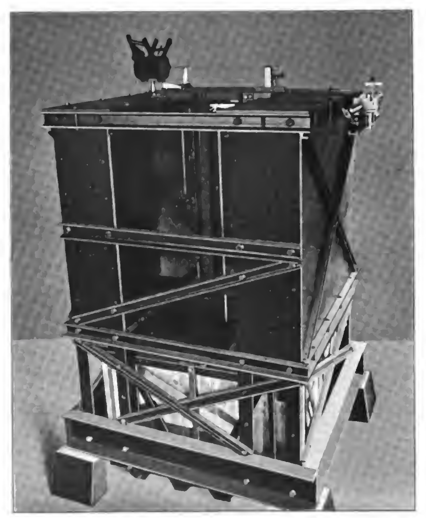


Abb. 15. 1300 kg-Vertikal-Seismograph.

erwiesen; einer Vermehrung der Schwerkraft um den 200 000. Teil — was einer Neigungsänderung um 1 Bogensekunde bei dem Horizontal-Seismographen gleich zu stellen ist — entspricht dann ein Ausschlag $E = 10$ mm. — Ähnlich wie bei dem 17000 kg-

Pendel ist auch bei diesem Instrument die Mechanikerarbeit teils von der Firma Spindler & Hoyer, teils von der Firma G. Bartels hergestellt worden.

In Abbildung 12 sieht man das Instrument rechts nur eben streifend; Abbildung 15 stellt es außerhalb des Bedeckungskastens und mit unvollständigem Registrierwerk dar. Die stationäre Masse wird durch einen in Abbildung 15 sichtbaren, zwischen den Füßen des Instrumentes hängenden, aus Eisen und Holz konstruierten Kasten gegeben, der mit Schwerspat gefüllt und außerdem mit einigen Eisen- und Bleigewichten beschwert ist; der Kasten wird von acht Spiralfedern getragen, die an zwei gegenüberliegenden Kanten zu je vieren angreifen. Zum Schutz gegen plötzliche Temperaturänderungen und zur Sicherung gegen weitergehende Schädigung bei etwaigem Bruch einer Feder, ist jedes Federsystem in einem eisernen Kasten (25 cm × 1 m × 1 m) eingeschlossen. Die beiden Kästen wird man in Abbildung 15 sogleich erkennen. Die Federn sind ein Geschenk der Firma Krupp, Essen, an das geophysikalische Institut, für welches ich auch an dieser Stelle den wärmsten Dank sagen möchte. Sie sind aus ca. 14 mm dickem Stahldraht mit etwas über 20 cm weiten Windungen gefertigt; jede wiegt ca. 8 kg, die Streckung unter der hier angewandten Belastung von ca. 160 kg beträgt ca. 36 cm.

Die Vertikalbewegungen des die stationäre Masse bildenden Schwerspatkastens werden durch eine im Schwerpunkt angreifende Stoßstange nach oben, und von da durch ein Hebelwerk auf den Schreibarm oben und vorn übertragen. Eine einfache Vorrichtung („Astasierer") unter Anwendung von Federkraft erlaubt die Schwingungsperiode beliebig hoch zu legen, doch wird durch die elastische Nachwirkung der Tragefedern eine Grenze so gegeben, daß man nicht gut über 7 Sekunden (entsprechend ca. 30 facher Astasierung) gehen kann. — Ein Grad Temperaturänderung würde wegen der Änderung der Elastizität der Federn bei der angewandten Empfindlichkeit schon einen Ausschlag von ungefähr 70 cm geben, daher wurde eine Temperaturkompensation unter Anwendung der Verschiedenheit der Ausdehnung von Eisen und Zink eingeschaltet. — Dank des vorzüglichen Materiales und der vorzüglichen Härtung der Tragefedern ist ein Nachgeben trotz der hohen Empfindlichkeit des Zeigerapparates nicht bemerkt worden. —

Der Vergleich der Aufzeichnungen des Vertikalapparates mit denen des Horizontal-Seismographen hat schon zu mancherlei beachtenswerten Folgerungen Anlaß gegeben; es ist hier nicht der Ort, darüber zu berichten, bemerkt mag aber werden, daß der Vertikalapparat die ersten Vorläufer sehr ferner Beben oftmals besser zeigt, wie selbst das 2000 fach vergrößernde 17 000 kg-Pendel; so wird das

Schlütersche Resultat bestätigt, aus welchem gefolgert werden darf, daß es sich bei den ersten Vorläufern um longitudinale Wellen handelt, die durch große Tiefen des Erdkörpers gehen. Der Vergleich der Aufzeichnungen stellt weiter auch sicher, daß die Hauptwellen sich längs der Erdoberfläche ausbreiten.

Horizontalpendel mit großer Eigenperiode. In der dritten Instrumentengruppe sind bisher ein photographierendes und ein mechanisch registrierendes Horizontalpendel vorhanden, die beide zum Typ des Kegelpendels gehören. Nur das mechanisch registrierende Instrument wird dauernd in Tätigkeit gehalten und zwar für die Aufzeichnung der Nordsüdkomponente der Erderschütterungen. Die stationäre Masse wiegt 100 kg. Die Indikatorvergrößerung V ist gleich 10, die Periode T wird auf etwas über 1 Minute gehalten, so daß sich eine Neigungsempfindlichkeit E von ca. 50 mm für 1 Bogensekunde ergibt. —

Kleines astatisches Pendel. Zu diesen Apparaten tritt noch ein Instrument mit geringerer Empfindlichkeit hinzu, welches für Stationen II. Ordnung bestimmt ist und im geophysikalischen Institut nur zu Studienzwecken dient. Die Grundlinien der Konstruktion sind ganz ähnlich denen des astatischen Pendels, insbesondere ist ebenfalls eine Luftdämpfung vorgesehen; die stationäre Masse hat aber nur ein Gewicht von 125 kg, und es wird nur eine der Horizontalkomponenten registriert. Die Vergrößerung V kann von 40 bis 100 variiert werden, die Periode T läßt sich bis auf etwa 10 Sekunden steigern. Als Neigungsempfindlichkeit für eine Bogensekunde kann $E = 10$ mm noch gut erreicht werden. — Das Instrument wird von der hiesigen Firma Spindler & Hoyer in zwei Ausführungen verfertigt, die sich durch die Art des Registrierwerks unterscheiden; dieses kann nämlich entweder eine „konische" oder eine „zerteilte zylindrische" Trommel erhalten. Abbildung 16 stellt das dem geophysikalischen Institut gehörige Instrument mit konischer Trommel dar. Dabei ist jedoch zu bemerken, daß es sich neuerdings als vorteilhafter erwiesen hat, die

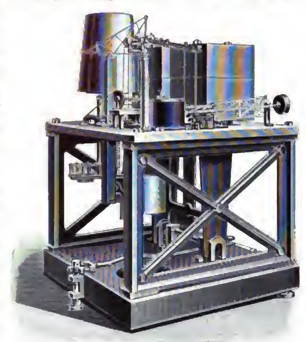


Abb. 16. Kleines „astatisches Pendel".

Registriertrommel, welche man hier links oben in vertikaler Stellung sieht, mit ihrer Achse nahezu horizontal und zwar so zu legen, daß die höchste Linie der Wölbung horizontal verläuft. Bei der zylindrischen Trommel ist der Mantel zerteilt und in solcher Weise nachgiebig, daß der Durchmesser veränderlich wird und durch Federkraft den größten Wert anzunehmen strebt. In beiden Fällen schiebt man das fertig geklebte und berußte Registrierpapier so auf die Walze, daß es rings herum anliegt. Damit wird die Führung des Papieres über zwei Rollen (Triebrolle und Spannrolle) vermieden, so daß für das Uhrwerk die recht erheblichen Widerstände infolge der Biegung des Papieres fortfallen. —

50000fach vergrößernder Seismograph. Im vorstehenden sind die Apparate aufgezählt worden, die bisher wesentlich mit Rücksicht auf den internationalen Erdbeben-Beobachtungs-Dienst gebaut wurden. Darüber hinausgehend mag zum Schluß mitgeteilt werden, daß in Verfolgung gewisser Erfahrungen neuerdings im Institut der Versuch gemacht wird, noch bedeutend leistungsfähigere Apparate herzustellen. Hierher gehört ein photographierendes Seismometer, welches ca. 50000 mal vergrößert und dabei verhältnismäßig leicht transportabel ist. Die Konstruktion ist äußerst einfach, indem eine als gewöhnliches, ca. 70 cm langes Pendel aufgehängte Masse von 125 kg mittels zweier Hebelübersetzungen einen sehr leichten Spiegel von ca. 10 mm Durchmesser bewegt. Auch für diesen Apparat gibt es an Tagen ohne lebhaften Wind, in der Nacht und Sonntags trotz der gewiß immer vorhandenen Unruhe des Erdbodens noch eine Reihe von Stunden, wo er zu seismologischen Zwecken ausgenutzt werden kann. —

Eine Unterstützung durch die Königliche Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen und weitgehendes Entgegenkommen der Firma Krupp hat es möglich gemacht, den Apparat in diesem Frühjahr zweimal auf den Schießplatz bei Meppen überzuführen. In ca. 15 km Entfernung vom Schießstand war es hier möglich, bei Geschützen von $30\frac{1}{2}$ cm Kaliber Vorläufer und Hauptwellen zu beobachten. —

Lokale Störungen. Das Erdbebenhaus des neuen geophysikalischen Institutes wurde mit der Absicht gebaut, die darin aufzustellenden Instrumente möglichst vor lokalen Störungen zu bewahren. Es ragt nur um wenig mehr als 1 m aus dem Erdboden hervor und ist vom Wald dicht umgeben (Abb. 11, S. 149). Die nächsten nur im Villenstil bebauten Teile der Stadt stehen reichlich 1 km ab; die am Institut selbst vorüberführende Herzberger Chaussee bleibt dem Erdbebenhaus auf rund 100 m fern.

Die gewöhnlichen Registrierungen werden vom Wind so gut wie gar nicht beeinflußt; die Sonnenstrahlung gibt nur Schwankungen des Bodens um 2—3 Zehntel Bogensekunden. Bedeutungsvoller ist der Regen, der Ausschläge bis zu $^1/_2$ Bogensekunde und mehr bewirken kann und in der Tat schon ernstliche Störungen bei Regulierung der Apparate auf hohe Neigungsempfindlichkeit bewirkt hat. — Die Konstanz der Temperatur im Instrumentenraum ist, bei Tagesschwankungen um höchstens etwa $^1/_{10}$° C, recht befriedigend.

Mechanische Störungen durch den Verkehr auf der Herzberger Chaussee beeinflussen die regulären Registrierungen nicht merklich, sie werden erst für das 50000fach vergrößernde Instrument bedeutungsvoll. Von den Störungen durch den Betrieb der Stadt äußern sich merklich nur diejenigen infolge der Maschinen (Gasmotoren) des städtischen Elektrizitätswerkes, das in ca. $2^1/_2$ km Entfernung von dem Institut liegt. Die Schwankungen des Fußbodens im Erdbebenhaus erreichen ca. $^1/_{5000}$ mm und sind groß genug, um leider auch schon die Registrierungen der 2000fach vergrößernden Instrumente stark zu beeinträchtigen. —

Im Ganzen wird man sagen müssen, daß das Erdbebenhaus des neuen geophysikalischen Institutes gegenüber den früheren Verhältnissen in der Sternwarte einen sehr großen Fortschritt bedeutet, daß aber die schnelle Entwicklung der instrumentellen Technik schon heute den Gedanken nach weiterer Verbesserung nahe legt. Bei dem Bau des Institutes, das doch als Universitätsinstitut noch in bequem erreichbarer Entfernung von der Stadt errichtet werden mußte, war von vornherein die Zuhülfenahme einer weiter abseits liegenden Zweigstation ins Auge gefaßt worden, und zwar zunächst im Interesse der erdmagnetischen Messungen. Nun zeigt es sich, daß die seismologischen Arbeiten die Durchführung dieses Planes unerwartet schnell wünschenswert erscheinen lassen.

IV. Arbeiten auf dem Gebiet der Luftelektrizität.

Beziehungen zur Königlichen Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen. Während die seismischen Arbeiten des geophysikalischen Institutes zwar von Anfang an durch die Königliche Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen unterstützt wurden, aber sich doch selbständig oder im Rahmen des deutschen nationalen und des internationalen Dienstes entwickeln mußten, sind die luftelektrischen Arbeiten bisher stets in innigster Beziehung zu der Gesellschaft der Wissenschaften ausgeführt

worden. Hier kam zur Geltung, daß die Gesellschaft (unter besonderer Anregung durch E. Riecke) sich der luftelektrischen Forschung seit längerer Zeit energisch zugewandt hat. Neben der Förderung der individuellen Arbeit ließ sie sich insbesondere angelegen sein, gemeinsame Arbeiten im Kreise der verbündeten gelehrten Körperschaften anzuregen. Da gerade diese Bestrebungen die Arbeiten im geophysikalischen Institut wesentlich beeinflußt haben, möge eine kurze Erinnerung an die Geschichte des Zusammenschlusses der Akademien erlaubt sein.

Der Plan, die gelehrten Körperschaften der Kulturnationen in einen Verband zusammenzufassen, um so für große wissenschaftliche Unternehmungen eine kraftvolle Organisation zu schaffen, bestand schon seit längerer Zeit. Er führte 1893 zur Gründung des „Kartelles" der deutschen Akademien in Göttingen, Leipzig, München und Wien; im vergangenen Jahre ist auch die Berliner Akademie hinzugetreten. In jährlichen Versammlungen von Delegierten werden die gemeinsamen Arbeiten vorbereitet und beraten. — Auf der Jahresversammlung 1898 (in Göttingen) wurde unter Anwesenheit von Abgesandten anderer Akademien der weitergehende Plan einer „Internationalen Assoziation der Akademien" wieder aufgenommen, und schon 1900 gelang es (in Wiesbaden), die Verwirklichung herbeizuführen. Nach der Übereinkunft sollen alle drei Jahre Generalversammlungen abgehalten werden und in den Zwischenzeiten Kommissionen tätig sein. Die erste Generalversammlung fand 1901 in Paris, die zweite 1904 in London statt. — Die Luftelektrizität war Gegenstand der Beratungen auf fast allen Kartellversammlungen und bei den internationalen Unterhandlungen in London 1904. —

Mit Rücksicht auf die individuellen Arbeiten der Göttinger Gesellschaft der Wissenschaften und der von ihr im Kreise der kartellierten Akademien und in der internationalen Assoziation vertretenen Pläne sind ihr seit 1901 von der Königlichen Regierung besondere Mittel für luftelektrische Arbeiten zur Verfügung gestellt worden. Zunächst wurde es so möglich, einen Beobachter als „Assistenten" der geophysikalischen Kommission der Königlichen Gesellschaft der Wissenschaften in der Person von H. Gerdien von Oktober 1901 ab anzustellen. Gerdien hat seit jener Zeit, wie Seite 136 schon erwähnt, im neuen geophysikalischen Institut gearbeitet, und ein großer Teil der Untersuchungen, von welchen weiterhin die Rede sein wird, ist seiner Tätigkeit zu danken.

Probleme. Betrachten wir einen Augenblick die luftelektrische Forschung im Hinblick auf die Pläne der Akademien. — Beständig findet ein Austausch von Elektrizität zwischen der Erde und der Atmosphäre, sowie zwischen den verschiedenen Teilen der Atmosphäre statt. Soweit unsere Beobachtungen reichen, ist die Erde in der

Regel negativ gegenüber der Atmosphäre geladen, so daß sie negative Elektrizität an die Atmosphäre abgibt. Notwendigerweise muß eine entsprechende Menge negativer Elektrizität wieder von der Atmosphäre auf die Erde übertragen werden. Wo und wie findet dieses statt? Daß die Niederschläge dabei mitwirken, ist gewiß: in welchem Umfang sind sie beteiligt? — Auf welchen Wegen wandert die Elektrizität? Bis zu welchen Höhen erstreckt sich die Strömung? Welche Ursachen erhalten sie dauernd aufrecht? Worin ist die Leitfähigkeit der Atmosphäre begründet? Welcher Art ist der Strom? — Schenkt man diesen Problemen des „Elektrizitätshaushaltes der Atmosphäre", wie Gerdien sich ausdrückt, auch nur geringe Aufmerksamkeit, so zeigt sich klar, daß der geplanten gemeinsamen, die Erde umspannenden Arbeit der Akademien eine ganze Reihe von Aufgaben dargeboten wird. Aber es muß dabei wohl bedacht werden, daß die Inangriffnahme ohne große Gefahren für die wissenschaftliche Forschung nur dann geschehen darf, wenn klargestellt ist, worauf die Aufmerksamkeit sich richten muß, und wenn zuverlässige Beobachtungsmethoden zur Verfügung stehen. Noch auf der internationalen Versammlung der Akademien in London 1904 mußte anerkannt werden, daß wir so weit noch nicht gekommen seien. Wohl hätten — so führte man aus — die großen Entdeckungen auf dem Gebiet der elektrischen Erscheinungen, welche wir den letztverflossenen Jahren danken, auch für die luftelektrische Forschung eine Reihe wichtiger Fingerzeige gegeben, aber noch seien die theoretischen Gesichtspunkte nicht genügend klargestellt, die Beobachtungsmethoden nicht genügend durchgearbeitet: noch gehöre also das Feld allein der individuellen Betätigung. — Von solcher werde ich im folgenden zu berichten haben.

Niederschlagselektrizität. Als erste Aufgabe bot sich für H. Gerdien die Untersuchung der Niederschlagselektrizität, über welche trotz ihrer vielleicht fundamentalen Wichtigkeit für den elektrischen Haushalt der Atmosphäre nur sehr wenige Beobachtungen vorlagen. Ende der achtziger Jahre des vorigen Jahrhunderts hatten Elster und Geitel eine zweckmäßige Methode zur Untersuchung der Niederschlagselektrizität ausgearbeitet und zu grundlegenden Beobachtungen angewandt. Gerdien entschloß sich, diese Methode zu verwerten, und baute zu ihrer Anwendung eine besondere „luftelektrische Hütte" bei der „meteorologischen Wiese" des geophysikalischen Institutes (Abb. 5, S. 142). Die Grundfläche der Hütte beträgt 2,1 × 2,1 m, die Höhe bis zum Dach 2 m, das nur wenig ansteigende Dach enthält an seiner höchsten Stelle in der Mitte die Öffnung zum Auffangen der Niederschläge. Ein 1,7 m hohes Drahtnetz, welches die Seitenwände der Hütte über das Dach hinaus fortsetzt, schützt die Auffangöffnung in der von Elster und Geitel angegebenen Weise gegen elektro-

statische Einflüsse seitens der Atmosphäre. Die Hütte enthält eine Wage zur Bestimmung der Niederschlagsmenge, ein Elektrometer zum Messen der Niederschlagselektrizität. Außerdem ist ein zweites Elektrometer zur Feststellung der Variationen des Potentialgefälles vorhanden, welches mit einer außerhalb an der Hütte angebrachten Tropfelektrode oder radioaktiven Elektrode verbunden ist. — Die anfänglichen Augenbeobachtungen wurden sehr bald (1902) durch photographische Registrierungen ersetzt, überhaupt sind fortdauernd weitere Verbesserungen der Methoden vorgenommen worden. —

Das Wesentlichste der GERDIENschen Untersuchungen ist der quantitative Nachweis, daß die Ladungen der Niederschläge wohl genügen könnten, um die vollständige Ergänzung der dauernd von der Erde in die Atmosphäre übertretenden negativen Elektrizität zu erklären. — Zu sicherem Urteil werden wir freilich erst kommen können, wenn systematische Beobachtungen vorliegen werden, welche die ganze Erde, vor allem auch die tropischen Gegenden umfassen. Im Hinblick hierauf hat GERDIEN einen transportablen Apparat zur Messung der Niederschlagselektrizität konstruiert. Wir hoffen, daß er in kurzem in dem geophysikalischen Observatorium in Samoa seine erste Anwendung außer der Heimat finden werde. —

Elektrische Ladung und Leitfähigkeit der Luft. Schon 1899 war die Elektrizitätsleitung in der atmosphärischen Luft von ELSTER und GEITEL ausführlich untersucht worden. Sie zerstörten die früher herrschende trügerische Annahme, daß die Leitung eine Folge des Staubgehaltes oder des Wassergehaltes sei. Es zeigte sich, daß der Staubgehalt im gewöhnlichen Sinne des Wortes und Nebeltröpfchen die Leitungsfähigkeit sogar herabsetzen. Als Träger der elektrischen Strömung wurden „Ionen" im Sinne der modernen Elektrizitätstheorie erkannt. — Der von ELSTER und GEITEL zur Abschätzung der Leitfähigkeit der Luft angegebene transportable „Zerstreuungsapparat", ein Aluminiumblattelektroskop mit aufgesetztem „Zerstreuungskörper" und Schutzdach oder Schutznetz, hat in der Folge in außerordentlich zahlreichen Anwendungen sehr wichtige Resultate über die Leitfähigkeit der Luft in verschiedenen Teilen der Erde und in verschiedenen Höhen der Atmosphäre gebracht. Aber es wurde auch bald erkannt, daß die Angaben des Instrumentes einen ziemlich unbestimmten Charakter haben und darum für quantitative Bestimmungen nicht brauchbar sind. Da nämlich bei dem Betriebe des Apparates die Ionen der Luft in der Umgebung des „Zerstreuungskörpers" aufgebraucht werden, ist es wesentlich, ob und in welchem Umfang die Luft erneuert wird. — Bestimmte Angaben bot der von H. EBERT 1901 konstruierte „Ionenzähler", bei dem eine abmeßbare Luftmenge durch

ein Rohr mit metallenem Kern in Form eines langgestreckten Zylinders hindurch gesogen wird. Der Kern ist auf ein Aluminiumblatt-Elektroskop aufgesetzt und wird vor dem Versuch positiv oder negativ geladen; der Luftstrom entlädt ihn dann um so schneller, je reicher sein Inhalt an negativen oder positiven Ionen ist. — Der Apparat kann, wenn man gerade will, als ein modifizierter Elster-Geitelscher Zerstreuungsapparat gelten, bei dem die Luftzufuhr geregelt ist. Das Rohr entspricht dem Schutzdach, der Kern dem Zerstreuungskörper. — Der Ebertsche Apparat gibt nicht direkt die Leitfähigkeit, sondern den Inhalt der Luft an freier, von den Ionen getragener Elektrizität an. Erst wenn die Bewegung der Ionen unter der Einwirkung elektrischer Kräfte, also ihre „Beweglichkeit" bekannt ist, kann auf die Leitfähigkeit geschlossen werden. Bis zu einem gewissen Grade ist dies der Fall, da die Beweglichkeit unter den gewöhnlichen Umständen in nicht sehr weitem Maße zu variieren scheint, aber weitere aufklärende Untersuchungen sind noch erforderlich.

Gerdien knüpfte an den Ebertschen Apparat an. Zunächst vergrößerte er die Dimensionen, um die Beobachtungszeit abzukürzen. Dann wurde durch besondere Vorrichtungen (Kondensatoren veränderlicher Kapazität) möglich gemacht, neben den gewöhnlich vom Aluminiumblatt-Elektroskop angezeigten Spannungen (100 bis 300 Volt), auch sehr viel kleinere (bis zu 10 Volt herab) zu verwenden. So kann erreicht werden, daß der durchstreichenden Luft nicht alle, sondern nur ein Teil der Ionen der betreffenden Art entzogen werden, und es wird ein Schluß auf die Leitfähigkeit selbst statthaft. Daneben erfährt man auch Ioneninhalt und Ionenbeweglichkeit.

Zur sicheren und schnellen Bestimmung der vor allem wichtigen Leitfähigkeit konstruierte Gerdien 1905 einen besonderen Apparat, der in Abbildung 17 wiedergegeben ist. Er stellt einen modifizierten Ebertschen Apparat dar, bei dem der Mantel sehr weit ist (Öffnung 16 cm); dem Luftstrom wird durch ein Flügelrad eine solche Geschwindigkeit erteilt, daß ihm trotz der Ladung des Kernes auf etwa 200 Volt nur ein kleiner Teil der betreffenden Ionenart entzogen wird. —

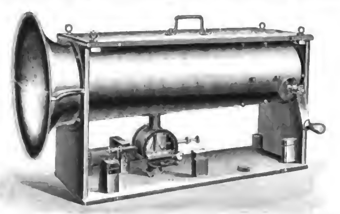


Abb. 17. Apparat zur Messung der Leitfähigkeit der Luft; nach H. Gerdien.

In wesentlich anderer Weise als Gerdien nahm Schering das Problem der Messung der Leit-

fähigkeit in Angriff. Im Anschluß an Voruntersuchungen, die seine Doktorarbeit bildeten, spannte er neben der luftelektrischen Hütte auf der meteorologischen Wiese einen 20 m langen Draht in freier Luft isoliert aus und schützte ihn durch ein weitmaschiges Drahtnetz in 1 m Abstand gegen elektrostatische Störungen. Der Draht wird geladen und der Spannungsabfall mittels eines Quadrantelektrometers beobachtet. Das Quadrantelektrometer ersetzt das Elektroskop des Elster-Geitelschen Apparates, der Draht bildet den Zerstreuungskörper. — Bei dieser Modifikation des Elster-Geitelschen Apparates sind die Verhältnisse für die Ionenzuführung so außerordentlich günstig, daß schon sehr kleine Windbewegungen genügen, um die Bedingungen für eine reine Beobachtung der Leitfähigkeit zu ergeben. — Die Methode erlaubt äußerst schnelles Arbeiten, da eine Messung weniger als 1 Minute beansprucht, und ermöglicht in sehr bequemer Weise auch eine Registrierung der Leitfähigkeit; hierfür insbesondere wurde sie von H. Schering ausgearbeitet.

Ballonbeobachtungen. Den Beobachtungen am Erdboden konnten vom Jahre 1903 ab Beobachtungen vom Ballon aus an die Seite gestellt werden. Hier kam zuhilfe, daß F. Linke, der im Oktober 1902 die etatsmäßige Assistentenstelle des Institutes übernahm, schon früher von Berlin aus eine Reihe von Ballonfahrten für luftelektrische Zwecke ausgeführt hatte. Indem er den Ballon führte, wurden im Sommer 1903 von Göttingen selbst, und zwar vom „Bürgerpark“ aus, der in unmittelbarer Nähe der städtischen Gasanstalt liegt, zwei Fahrten unternommen. Der Ballon ist hierbei von dem Berliner Verein für Luftschiffahrt bereit gestellt worden. Die Korbinsassen waren bei der ersten Fahrt (1.—2. Juli) F. Linke, H. Gerdien, E. Wiechert, bei der zweiten Fahrt (2. August) F. Linke W. Nernst, E. Wiechert. Die Kosten der zweiten Fahrt wurden zum größten Teil von W. Nernst bestritten. Beidemal wurden das Potentialgefälle mit Apparaten von Linke und der Ioneninhalt sowie die Leitfähigkeit mit Apparaten von Gerdien beobachtet.

An diese ersten luftelektrischen Beobachtungen vom Ballon aus haben sich in der Folgezeit eine größere Reihe weiterer geschlossen. Die Aufstiege fanden hierbei aber von Berlin aus statt. Es war dies möglich, weil der Vorsteher des Königlichen aëronautischen Observatoriums R. Assmann, in dankenswertester Weise einem Göttinger luftelektrischen Beobachter, nämlich Gerdien, die Erlaubnis erteilte, Fahrten des Observatoriums mitzumachen. So konnten mit Wasserstoffüllung mehrfach Höhen bis zu 7000 m erreicht werden.

Da Versuche mit Radiumelektroden bei der Messung des Potentialgefälles während der ersten Fahrt unbefriedigende Resultate ergaben, konstruierte Linke für

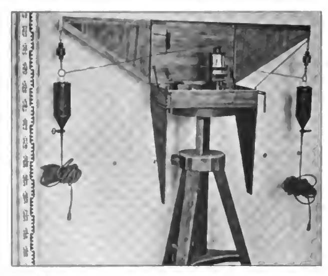


Abb. 18. Apparat zur Bestimmung des Potentialgefälles vom Ballon aus; nach F. Linke und H. Gerdien.

die zweite Fahrt äußerst wirksame Flüssigkeitsspritzelektroden, die sich vorzüglich bewährten und seither immer benutzt worden sind. Gerdien hat dann die Linkesche Einrichtung zur Messung des Potentialgefälles vom Ballon aus noch in manchen Einzelheiten vervollkommnet. Die jetzige Form wird durch Abbildung 18 dargestellt. Die Schläuche der Spritzelektroden sieht man hier zusammengerollt. Eine daneben gestellte Nivellierlatte soll eine Anschauung von den Größenverhältnissen geben. — Gerdien führte eine weitere Verbesserung der luftelektrischen Beobachtungen dadurch herbei, daß er Wasserballast mitnahm, welcher während der Beobachtungen anstelle des zu vielen Störungen Anlaß gebenden Sandballastes benutzt wurde.

Die Resultate der Beobachtungen sind von Linke und Gerdien in einer Reihe von Abhandlungen niedergelegt worden, welche in der Zusammenstellung der Veröffentlichungen des geophysikalischen Institutes am Schluß meines Berichtes nachgewiesen werden. Als Hauptresultat möchte ich hier hervorheben, daß Gerdien den Vertikalstrom, welcher infolge der Leitfähigkeit der Luft und des Potentialgefälles von oben nach unten fließt, bis in die größten Höhen (7000 m) hinauf beobachten konnte, und zwar zeigte der Strom, trotz der sehr großen Schwankungen des Potentialgefälles und der Leitfähigkeit in dem ganzen Bereich der Höhen verhältnismäßig nur geringe Verschiedenheit der Intensität.

Weitere luftelektrische Arbeiten. In bezug auf die weiteren luftelektrischen Arbeiten sei zunächst erwähnt, daß seit Anfang 1903 das Potentialgefälle mittels eines Benndorfschen mechanisch registrierenden Elektrometers und einer Poloniumelektrode am Hauptgebäude dauernd aufgezeichnet wird. Am Ende des Jahres 1905 ist eine gleiche Einrichtung für das neue physikalische Institut in Göttingen beschafft worden; so daß nunmehr der Unterschied für die Lage im Tal und auf der Anhöhe beobachtet werden kann. — Seit 1904 wird der Radioaktivität — insbesondere von Gerdien — weit-

gehende Aufmerksamkeit geschenkt. Doch sind die Arbeiten noch nicht zum Abschluß gebracht worden. — Die GERDIENschen transportablen Apparate für Ionenzahl, Ionenbeweglichkeit, Leitfähigkeit und Radioaktivität der Atmosphäre haben weite Verbreitung gefunden, und öfters wurden Beobachter von GERDIEN in Göttingen für luftelektrische Untersuchungen ausgebildet. — Die Apparate für Leitfähigkeit und Radioaktivität benutzten vom geophysikalischen Institut ausgehend F. LINKE Ende 1904 auf dem Stillen Ozean bei der Überfahrt nach Apia, C. RUNGE bei Gelegenheit seiner Beobachtung der Sonnenfinsternis in Nordafrika im August 1905 und ich selbst bei Überfahrten nach und von Amerika im April und Mai dieses Jahres. Auch inmitten des Ozeans zeigte die Luft erhebliche Radioaktivität und erhebliche Leitfähigkeit.

V. Veröffentlichungen aus dem geophysikalischen Institut.

Abkürzungen:

Nachrichten = Nachrichten der Königlichen Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen, mathematisch-physikalische Klasse.

Abhandlungen = Abhandlungen der Königlichen Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen, mathematisch-physikalische Klasse.

Phys. Z. = Physikalische Zeitschrift.

Beitr. z. Geoph. = Beiträge zur Geophysik, herausgegeben von G. GERLAND.

---

a) Veröffentlichungen auf dem Gebiet der Seismik.

E. WIECHERT: Seismometrische Beobachtungen im Göttinger geophysikalischen Institut; Nachrichten 1899, S. 195.

— — Prinzipien für die Beurteilung der Wirksamkeit der Seismograghen; Beitr. z. Geoph., Ergänzungsband I 1902, S. 264, Phys. Z. 1901, Bd. 2, S. 533 und 605.

— — Theorie der automatischen Seismographen; Abhandlungen Bd. II 1903, S. 1.

W. SCHLÜTER: Schwingungsart und Weg der Erdbebenwellen. I. Teil: Neigungen; Inaugural-Dissertation, Göttingen, 1901; Beitr. z. Geoph. 1902, Bd. 5, S. 314.

— — Erdbebenwellen; Phys. Z. 1902, Bd. 3, S. 238.

— — Schwingungsart und Weg der Erdbebenwellen. II. Teil: Translationsschwingungen; Beitr. z. Geoph. 1902, Bd. 5, S. 401.

E. WIECHERT: Dr. Wilhelm Schlüter, geboren am 13. Dezember 1875, gestorben am 5. April 1902; Beitr. z. Geoph. 1903, Bd. 5, S. 701.

F. LINKE und E. WIECHERT: Seismische Registrierungen in Göttingen im Monat Januar 1903; Selbstverlag des Institutes, 1903.

E. Wiechert: Ein astatisches Pendel hoher Empfindlichkeit zur mechanischen Registrierung von Erdbeben; Beitr. z. Geoph. Bd. VI, 1903, S. 435; mit Zusätzen auch abgedruckt: Phys. Z. 1903, Bd. 4, S. 821.

G. v. d. Borne: Seismische Registrierungen in Göttingen Juli bis Dezember 1903; Nachrichten 1904, S. 440.

E. Wiechert: Entwurf einer Denkschrift über seismologische Beobachtungen in den deutschen Kolonien; Beitr. z. Geoph., Ergänzungsband II, 1904, S. 313.

H. Schering: Seismische Registrierungen in Göttingen im Jahre 1904; Nachrichten 1905, S. 181.

G. Angenheister: Bestimmung der Fortpflanzungsgeschwindigkeit und Absorption von Erdbebenwellen, die durch den Gegenpunkt des Herdes gegangen sind; Nachrichten 1906, S. 110.

F. Åkerblom: Vergleichung der Diagramme aus Upsala und Göttingen von Fernbeben, deren Wellen die Erde umkreist haben; Nachrichten 1906, S. 121.

— — Seismische Registrierungen in Upsala. Oktober 1904 bis Mai 1905; Nachrichten 1906, S. 125.

H. Schering, A. Kohlschütter, G. Angenheister: Wochenberichte über Erdbebenregistrierungen in Göttingen; Selbstverlag des Institutes.

b. Veröffentlichungen über Luftelektrizität und Polarlicht.

E. Wiechert: Polarlichtbeobachtungen in Göttingen; Nachrichten 1902, S. 182; Phys. Z. 1902, Bd. 3, S. 365.

H. Gerdien: Registrierung der Niederschlagselektrizität im Göttinger geophysikalischen Institut; Sitzungsberichte der mathem.-phys. Klasse der Königl. Bayer. Akademie der Wissenschaften zu München 1903, Bd. 33, S. 367; Phys. Z. 1903. Bd. 4, S. 837.

G. C. Simpson: Über den Volta-Effekt; Phys. Z. 1903, Bd. 4, S. 480.

H. Gerdien: Die absolute Messung der elektrischen Leitfähigkeit und der spezifischen Ionengeschwindigkeit in der Atmosphäre; Phys. Z. 1903, Bd. 4, S. 632.

F. Linke: Über Messungen von Potentialdifferenzen mittels Kollektoren unter besonderer Berücksichtigung von radioaktiven Substanzen; Phys. Z. 1903, Bd. 4, S. 661.

H. Gerdien: Messungen der elektrischen Leitfähigkeit der freien Atmosphäre bei vier Ballonfahrten; Nachrichten 1903, S. 383.

G. C. Simpson: Über Ionenadsorption und ihre Bedeutung für die negative Ladung der Erde; Phil. Magazine (6), 1903 Bd. 6, S. 589.

F. Linke: Luftelektrische Messungen bei zwölf Ballonfahrten; Abhandlungen 1904, Nr. 4.

H. Gerdien; Die Messung kleiner Kapazitäten mittels einer meßbar veränderlichen Normalkapazität; Phys. Z. 1904, Bd. 5, S. 294.

H. Gerdien u. H. Schering: Ein Verfahren zur Messung der Strömungsgeschwindigkeit von Gasen mit besonderer Berücksichtigung luftelektrischer Apparate; Phys. Z. 1904, Bd. 5, S. 297.

H. Gerdien: Die Kondensation des Wasserdampfes an Ionen und ihre Bedeutung für die Physik der Atmosphäre; Jahrbuch der Radioaktivität und Elektronik 1904, Bd. 1, S. 24.

— — Luftelektrische Messungen bei zwei Ballonfahrten; Nachrichten 1904, S. 277.

H. Schering: Eine Verbesserung der Hartgummiisolatoren für luftelektrische Messungen; Phys. Z. 1904, Bd. 5, S. 451.
— — Der Elster-Geitelsche Zerstreuungsapparat und ein Versuch quantitativer absoluter Zerstreuungsmessung, Dissertation, Göttingen 1904; Auszug. Ann. d. Physik (4) 1906, Bd. 20, S. 174. Die Arbeit ist im wesentlichen im experimentell-physikalischen Institut der Universität (unter Leitung von E. Riecke) angefertigt worden.
H. Gerdien: Ein Elektrometer zur Untersuchung radioaktiver Induktionen; Phys. Z. 1905, Bd. 6, S. 433.
J. E. Burbank: Induzierte Thoriumaktivität in Göttingen; Phys. Z. 1905, Bd. 6, S. 436.
H. Gerdien: Über die spezifische Geschwindigkeit der positiv geladenen Träger der atmosphärischen radioaktiven Induktionen (vorläufige Mitteilung); Phys. Z. 1905, Bd. 6, S. 465.
— — Die absolute Messung der spezifischen Leitfähigkeit und der Dichte des vertikalen Leitungsstromes in der Atmosphäre. Terrestrial Magnetism and Atmospheric Electricity 1905, Bd. 10, S. 65.
— — Bemerkungen zu dem Vortrage des Herrn H. Ebert: „Eine neue Form des Ionen-Aspirationsapparates“; Verh. d. D. Phys. Gesellschaft 1905, Bd. 7, S. 128.
— — Ein neuer Apparat zur Messung der elektrischen Leitfähigkeit der Luft; Nachrichten 1905, S. 240.
— — Messungen der Dichte des vertikalen elektrischen Leitungsstromes in der freien Atmosphäre bei der Ballonfahrt vom 11. Mai 1905; Nachrichten 1905, S. 258.
— — Die atmosphärische Elektrizität; Winkelmanns Handbuch der Physik 1905, Bd. 4, S. 687.
— — Demonstration eines Apparates zur absoluten Messung der elektrischen Leitfähigkeit der Luft. Verh. d. Ges. D. Naturforscher und Ärzte, 77. Vers. zu Meran 1905; Verh. d. D. Physikalischen Ges. 1905, Bd. 7, S. 368; Phys. Z. 1905, Bd. 6, S. 800.
— — Ein Apparat zur absoluten Messung der elektrischen Leitfähigkeit der Luft (Referat). Zeitschr. f. Instrumentenkunde 1906, Bd. 26, S. 34.
— — Der Elektrizitätshaushalt der Erde und der unteren Schichten der Atmosphäre; Phys. Z. 1905, Bd. 6, S. 647.
— — Messungen der Dichte des vertikalen elektrischen Leitungsstromes in der freien Atmosphäre bei der Ballonfahrt vom 30. August 1905; Nachrichten 1905, S. 447.

VIII.

Zur Geschichte der Göttinger Vereinigung.

Einige Daten zur Geschichte der Göttinger Vereinigung dürften des allgemeinen Interesses nicht entbehren. Über die Vorgeschichte, sowie die Gründung selbst, ferner über das bis zum Jahre 1899 Erreichte ist das wesentlichste in einem Aufsatze von F. Klein enthalten, der im ersten Jahrgange der physikalischen Zeitschrift (Leipzig, Hirzel) im Dezember 1899 erschienen ist. Er sei daher hier zunächst noch einmal abgedruckt, unter Hinzufügung eines Hinweises auf einige Druckschriften, die, von wissenschaftlichen Mitgliedern der Vereinigung gelegentlich verfaßt, für die Entwicklungsgeschichte der Vereinigungsbestrebungen von Interesse sind.

Daran anschließend wird die äußere Entwicklung der Vereinigung bis 1906 mit kurzen Daten fortgeführt. Sodann wird eine Übersicht über alle für die Vereinigungsbestrebungen aufgebrachten und verwendeten Mittel gegeben. Endlich wird ein Verzeichnis der gegenwärtigen Mitglieder der Vereinigung angefügt.

I.

Über die Neueinrichtungen für Elektrotechnik und allgemeine technische Physik an der Universität Göttingen.

Von

Felix Klein.

(1899.)

Daß es wünschenswert sei, den mathematischen und physikalischen Unterricht an unseren Universitäten unbeschadet aller Entwicklung nach der theoretischen Seite hin in lebendige Beziehung zu den technischen Anwendungen zu setzen, ist eine derjenigen Überzeugungen, welche mir mit meinen gleichstrebenden Freunden gemeinsam war, als wir vor nun 30 Jahren begannen, uns hier in Göttingen für die akademische Karriere vorzubereiten.

Nun hat es kaum allgemeines Interesse, zu schildern, wie sich diese Überzeugung im Laufe der Jahre allmählich entwickelt und durchgesetzt hat. Immerhin muß ich einige bestimmende Momente hervorheben. Ich will zunächst mit besonderem Danke der fünf Jahre gedenken, die ich (von 1875 bis 1880) an der Technischen Hochschule in München zugebracht

habe und während deren ich vor allem Gelegenheit hatte, Herrn Professor Linde näher zu treten, der damals gerade sein erstes Laboratorium zum Studium der in den Wärmemaschinen sich abspielenden physikalischen Prozesse an der Hochschule eingerichtet hatte. Ich habe dann in der Folge in Leipzig und Göttingen mit meinen Kollegen zusammen versucht, zunächst dem mathematischen Universitätsunterrichte die erwünschte Ergänzung nach technischer Seite zu geben. Die entsprechende Ausgestaltung des physikalischen Unterrichts aber stieß aus naheliegenden Gründen zunächst auf große Schwierigkeiten. Hier war es die Chicagoer Weltausstellung von 1893 und die Gelegenheit, die sich im Anschluß daran bot, das amerikanische Unterrichtswesen an Ort und Stelle zu studieren, die uns auf den Weg wiesen, der uns jetzt Erfolg gebracht hat. Ich denke dabei nicht sowohl an spezielle Einrichtungen der dortigen Hochschulen, die uns anregend gewesen sind, wie die allgemein durchgeführte Voranstellung des Laboratoriumunterrichts bei der Ausbildung der Ingenieure usw., sondern an das System der Selbsthilfe, der privaten Initiative, welches uns drüben überall entgegentritt. Wenn es in Amerika seit lange gelungen ist, praktische Männer, welche über die nötigen Mittel verfügen, selbst für abstrakte Seiten des Hochschulunterrichts zu interessieren und mit ihrer tätigen Unterstützung an der Weiterentwicklung der Unterrichtseinrichtungen zu arbeiten, weshalb sollte dies in Deutschland, an den deutschen Universitäten, deren hochentwickelte Eigenart sich in der Öffentlichkeit immer weitgehender Sympathien erfreute, unmöglich sein? Voraussetzung für das hiermit bezeichnete Vorgehen war natürlich die Verständigung und ein dauerndes Hand-in-Handgehen mit der Regierung. Dies scheint den amerikanischen Verhältnissen gegenüber eine Komplikation, bietet aber einen außerordentlichen Vorteil: sobald die Regierung für neue Ideen mit eintritt und deren versuchsweise Durchführung als wünschenswert bezeichnet, hat das Unternehmen von vornherein einen sehr viel höheren Grad von Stabilität. Jedenfalls sind wir im vorliegenden Falle der Regierung wie andererseits den Herren Industriellen, die uns die bisherige Durchführung unserer Pläne ermöglichten, zum allergrößten Danke verpflichtet.

Ich überspringe die Vorverhandlungen, die sich mit wechselndem Erfolg über einen größeren Zeitraum hinzogen und bei denen allerlei Mißverständnisse beseitigt werden mußten, die heute als erledigt gelten können. Der erste positive Schritt war der, daß uns Weihnachten 1896 Herr Landtagsabgeordneter Dr. Böttinger (Elberfeld), Herr Professor Dr. Linde (München) und Herr Kommerzienrat Krauss (München) als Anzahlung eine Summe von 20000 Mark zur Verfügung stellten. Indem die Regierung gestattete, daß in unser Projekt die für unsere Universitätsbibliothek geplante elektrische Beleuchtungsanlage mit einbezogen wurde, haben wir mit dieser Summe auf dem Grundstücke des physikalischen Instituts einen ersten Maschinenraum errichten können und in diesem einen 15 pferdigen Gasmotor und eine 15 pferdige Dampfmaschine zur Aufstellung gebracht. Zugleich berief die Regierung zwecks Einrichtung und Verwaltung des Instituts und mit dem Auftrage, nicht nur für die Studierenden der Mathematik und Physik, sondern auch für diejenigen der Landwirtschaft über Maschinenwesen zu lesen, Herrn Dr. Mollier aus München zu Ostern 1897 als außerordentlichen Professor. Überdies bewilligte sie die Anstellung eines Assistenten und eines Maschinenwärters, sowie ausreichende Mittel für den laufenden Betrieb.

Die so getroffene Ordnung ist indessen nur kurze Zeit in Geltung gewesen, indem Professor Mollier bereits Ende des Sommersemesters als Nachfolger Zeuners nach Dresden berufen wurde. Herr Eugen Meyer, damals Dozent an der Technischen Hochschule in Han-

nover, wurde darauf, zunächst kommissarisch für einige Wochentage, mit dem Lehrauftrage von Professor Mollier und der Wahrung der Institutsinteressen betraut. Er hatte vor allen Dingen die begonnene Einrichtung des Instituts zu Ende zu führen; es war ein großer Moment, als Anfang Dezember 1897 an unseren Maschinen die ersten Indikatordiagramme aufgenommen werden konnten! Die ferneren Verhandlungen mit Herrn Eugen Meyer betreffs endgültiger Übernahme der Professur führten dann bald zu denjenigen Vereinbarungen, auf Grund deren unsere Einrichtungen ihre heutige Form angenommen haben. Unter Führung von Herrn Dr. Böttinger und mit dem nächsten Zwecke der Förderung unserer Institute konstituierte sich am 26. Februar 1898 eine eigene Gesellschaft, die Göttinger Vereinigung zur Förderung der angewandten Physik. Dieser Vereinigung traten außer den Herren Dr. Böttinger, Professor Dr. Linde und Kommerzienrat Krauss von Industriellen noch bei:

Herr Kommerzienrat Kuhn (Stuttgart),
„ Fabrikdirektor Rieppel (Nürnberger Maschinenbau-Aktiengesellschaft),
„ Direktor Schmitz als Vertreter der Firma Fried. Krupp, Essen,
„ Generaldirektor Wacker (Nürnberger Elektrizitäts-Aktiengesellschaft, vormals Schuckert),

denen sich bald noch

Herr Präsident Bödiker (Siemens & Halske, Berlin)

anschloß. Von seiten der Universität aber wurden Mitglieder der Vereinigung:

der Herr Kurator der Universität, Geheimer Oberregierungsrat Dr. Höpfner,

sowie die Professoren:

Des Coudres, Klein, Eugen Meyer, Nernst, Riecke, Voigt, Wallach,

nach einiger Zeit auch

Professor Lexis.

Durch das Eingreifen dieser Vereinigung und das entgegenkommende Verhalten der Staatsregierung ist nun bisher folgendes erreicht:

A. Die Einrichtung und der regelmäßige Betrieb eines elektrotechnischen Laboratoriums, welches unter spezieller Leitung von Professor Dr. Th. Des Coudres dem unter der Direktion von Geheimrat Riecke stehenden Institute für Experimentalphysik angegliedert ist. Professor Des Coudres hatte schon vorher im Nernstschen Institut für physikalische Chemie und Elektrochemie mit dem Unterricht in der Elektrotechnik begonnen und war dann mit einem bez. Lehrauftrage am Institute für Experimentalphysik betraut worden. Jetzt konnten, wenn auch nicht große, so doch einigermaßen ausreichende Summen zur Laboratoriumseinrichtung zur Verfügung gestellt werden; dieselben belaufen sich seither auf 34000 Mark. Auf Einzelheiten der Einrichtung und des Unterrichtsbetriebes wird wohl gelegentlich in dieser Zeitschrift [physikal. Z.] zurückgekommen werden. Es wird wöchentlich einmal an einem Nachmittage ein elektrotechnisches Übungspraktikum abgehalten; ferner ist ausgiebige Gelegenheit zu selbständigen wissenschaftlichen Arbeiten gegeben. Die Studierenden der Chemie und Physik, insbesondere auch die Lehramtskandidaten dieser Fächer, finden sich in wachsender

Zahl ein, so daß jetzt schon der leider sehr unzureichende Raum des bestehenden Instituts mehr wie ausgenutzt ist.

B. Die Einrichtung und der Betrieb eines Laboratoriums für allgemeine technische Physik unter Professor Eugen Meyer. Der oben genannte Anbau wurde erweitert und mit verschiedenen Maschinen zum Zwecke thermodynamischer Studien, sowie den zugehörigen Meßapparaten ausgestattet. Wir nennen hier einen 20 pferdigen Dieselmotor, einen Kuhnschen Petroleummotor, eine Lavalturbine, eine Kälteerzeugungsanlage mit Kohlensäurebetrieb, endlich eine Kraftgasanlage. Im ganzen ist bisher eine Summe von 78 500 Mark zur Verwendung gekommen. Dazu kommt (was übrigens auch bei der elektrischen Einrichtung hätte hervorgehoben werden können), daß die Beschaffung der maschinellen Anlagen seitens der liefernden Firmen vielfach durch weitgehende Rabatte wesentlich erleichtert wurde. Einzelheiten der Einrichtung müssen auch hier einer gesonderten Darstellung vorbehalten bleiben. Das Institut erfreut sich lebhafter Beachtung über die zunächst beteiligten Kreise der Physiker und Mathematiker hinaus. Von vornherein waren, wie schon angedeutet, die Interessen der Studierenden der Landwirtschaft mit berücksichtigt worden. Neuerdings wurden Kurse für die in den technischen Staatsdienst (Eisenbahndienst) tretenden Juristen eingerichtet. Namentlich sind es aber auch hier Chemiker, die an den regelmäßigen Vorlesungen und Übungen, sowie an den selbständigen wissenschaftlichen Arbeiten teilnehmen. Es besteht die Absicht, die Laboratoriumseinrichtung so zu vervollständigen, daß der Unterricht in technischer Mechanik, welchen die neue Prüfungsordnung für die Lehramtskandidaten der Mathematik und Physik in Aussicht nimmt, allseitig durch experimentelle Studien gestützt werden kann. In dieser Hinsicht wird es sich darum handeln, auch für die Gebiete der Hydraulik und der Festigkeitslehre in mäßigen Grenzen gehaltene Hilfsmittel zu beschaffen. Im übrigen aber soll das Gebiet der Wärmekraftmaschinen, als eigenstes Arbeitsfeld des Direktors, nach Möglichkeit weiter entwickelt werden. —

Zusammenfassend wird man sagen können, daß nach allen ins Auge gefaßten Richtungen hin ein erfreulicher Anfang gemacht ist. Aber allerdings ist es nur ein Anfang. Es wird nicht nur darauf ankommen, daß unsere Einrichtungen noch umfassender werden und weiterhin mit dem Fortschreiten der Technik Schritt halten, sondern daß die Überzeugung von ihrer Nützlichkeit, ja Notwendigkeit in immer weitere Kreise dringt. Als neulich Herr Dr. Böttinger und ich selbst im Namen der Göttinger Vereinigung die Charlottenburger Hochschule zu ihrer Jubelfeier begrüßten, haben wir eben hierauf das größte Gewicht gelegt; wir haben erklärt, daß es unser Wunsch sei, durch unser Vorgehen an den deutschen Universitäten eine allgemeine Bewegung im Sinne einer Annäherung an die Technik auszulösen. Ansätze im Sinne einer solchen Bewegung treten ja erfreulicherweise verschiedentlich hervor; ich möchte hier insbesondere anführen, daß auf der jüngst verflossenen Naturforscherversammlung in München zum ersten Male eine lebensfähige Abteilung für angewandte Mathematik und Physik zu stande kam, an welcher sich außer hervorragenden Ingenieuren zahlreiche Mathematiker und Physiker eingehend beteiligten. —

Ein Wort noch über das Verhältnis unserer Bestrebungen zu den Aufgaben und Zielen der technischen Hochschulen. Ich darf mich dabei auf den Vortrag beziehen, den ich über das allgemeine Thema: „Universität und Technische Hochschule" im vorigen Jahre [1898] auf der Naturforscherversammlung in Düsseldorf gehalten habe. Ich verlangte dort einerseits „eine durchgreifende Erweiterung der Universitäten nach der modernen Seite hin, eine volle wissen-

schaftliche Berücksichtigung aller Momente, die in dem hochgesteigerten Leben der Neuzeit als maßgebend hervortreten", andererseits aber trat ich für die freieste und weitestgehende Entwicklung der technischen Hochschulen ein. In der Tat meine ich, daß beides nicht nur miteinander verträglich ist, sondern erst in seiner Vereinigung den Fortschritt ergibt, den wir erreichen müssen. Um zu unseren spezielleren Göttinger Bestrebungen zurückzukehren: indem wir den Studierenden der Universität einen gewissen Einblick in das Wesen der Technik ermöglichen, indem wir gleichzeitig die abstrakteren Teile der Mathematik und Physik (welche bei uns in Deutschland herkömmlicherweise nur an den Universitäten gelehrt werden) mit der Technik in Berührung bringen, glauben wir auch der Technik selbst einen Dienst zu erweisen, welcher neben den unmittelbarer hervortretenden Leistungen der Herren, die an der Technischen Hochschule wirken, als Ergänzung gelten mag. Ich betone aber lieber das Allgemeine. Es besteht eine gewisse Gefahr, daß die Abtrennung der technischen Hochschule von der Universität zu einer unheilvollen Zweiteilung unserer höchsten wissenschaftlichen Bildung führt. Dem entgegenzuarbeiten scheint eben jetzt eine außerordentlich wichtige Aufgabe. Darum begrüßen wir die Absicht, welche bei der Charlottenburger Feier hervortrat: an den Hochschulen mehr als bisher die allgemeinen Wissenschaften zur Geltung zu bringen, mit besonderer Freude, bitten aber zugleich, unseren Universitätsbestrebungen von der Gegenseite das gleiche Wohlwollen entgegenzubringen.

Göttingen, Anfang November 1899.

An weiteren Schriften, welche die Tätigkeit der Göttinger Vereinigung darlegen, vergleiche man:

F. Klein und E. Riecke, Über angewandte Mathematik und Physik in ihrer Bedeutung für den Unterricht an den höheren Schulen. Vorträge beim Göttinger Ferienkurs, Ostern 1900, usw. (VIII und 250 Seiten). Leipzig, B. G. Teubner, 1900.

F. Klein und E. Riecke, Neue Beiträge zur Frage des mathematischen und physikalischen Unterrichts an den höheren Schulen. Vorträge beim Göttinger Ferienkurs, Ostern 1904, usw. (VIII und 198 Seiten). Leipzig, B. G. Teubner, 1904.

Erstere Schrift enthält folgende Einzelbeiträge:

Vorwort von F. Klein und E. Riecke.

Vorträge, gehalten beim Göttinger Ferienkurs Ostern 1900:

- Zur Geschichte des physikalischen Institutes und des physikalischen Unterrichtes an der Universität Göttingen. Von E. Riecke.
- Allgemeines über angewandte Mathematik. Von F. Klein.
- Über technische Mechanik. Von F. Klein.
- Über darstellende Geometrie. Von Fr. Schilling.
- Einführung in die Geodäsie. Von E. Wiechert.
- Über Versicherungsmathematik. Von G. Bohlmann.
- Über Wärmekraftmaschinen. Von Eug. Meyer.
- Über Elektrotechnik. Von Th. Des Coudres.

Wiederabdruck früherer Aufsätze von F. Klein:

- Über den Plan eines physikalisch-technischen Institutes an der Universität Göttingen. Vortrag, gehalten am 6. Dezember 1895 im Hannoverschen Bezirksverein des Vereins Deutscher Ingenieure.

Die Anforderungen der Ingenieure und die Ausbildung der mathematischen Lehramtskandidaten. Vortrag, gehalten im Hannoverschen mathematischen Verein am 20. April 1896.

Universität und technische Hochschule. Vortrag, gehalten in der ersten allgemeinen Sitzung der 70. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte in Düsseldorf am 19. September 1898.

Über die Neueinrichtungen für Elektrotechnik und allgemeine technische Physik an der Universität Göttingen (aus der Physikalischen Zeitschrift [Leipzig, Hirzel] Dezember 1899).

Nachwort.

Die Einzelaufsätze der zweiten Schrift haben folgende Titel:

Vorwort von F. Klein und E. Riecke.

Allgemeines über den mathematischen Unterricht.

Über eine zeitgemäße Umgestaltung des mathematischen Unterrichts an den höheren Schulen. Von F. Klein.

Bemerkungen im Anschluß an die Schulkonferenz 1900. Von F. Klein.

Über das Lehrziel im mathematischen Unterricht an höheren Lehranstalten. Von E. Götting.

Hundert Jahre mathematischer Unterricht an den höheren preußischen Schulen. Von F. Klein.

Bemerkungen zu den sogenannten Hamburger Thesen der Biologen. Von F. Klein.

Physikalischer Unterricht.

Grundlagen der Elektrizitätslehre mit Beziehung auf die neueste Entwicklung. Von E. Riecke.

Über einige den Unterricht in der Physik und Chemie an höheren Schulen betreffende Fragen. Von O. Behrendsen.

Über Physik an der Schule. Von J. Stark.

Über Kurse in physikalischer Handfertigkeit. Von E. Bose.

Astronomische Beobachtungen mit elementaren Hilfsmitteln. Von K. Schwarzschild.

Darstellende Geometrie.

Über die Anwendungen der darstellenden Geometrie, insbesondere über die Photogrammetrie. (Anwendungen auf Stereometrie, Kinematik, graphische Statik, mathematische Physik, Analysis und Algebra, Geodäsie, Astronomie und mathematische Geographie, Kristallographie, Architektur, Maschinenlehre, Ingenieurwissenschaften, Physiologie und Psychologie, Kunst, Photogrammetrie). Von Fr. Schilling.

2.

Daten zur äußeren Entwicklung der Göttinger Vereinigung.

1898. 26. Februar. Erste Tagung in Göttingen:
Gründung der Göttinger Vereinigung zur Förderung der angewandten Physik unter Mitwirkung von Generaldirektor Dr. Böttinger, Elberfeld, und Professor Dr. v. Linde, München. (Entwicklung des Instituts für technische Physik; Aufnahme der angewandten Elektrizität.)

Beitritt von:
Kommerzienrat Krauss, München.
Kommerzienrat Kuhn, Stuttgart.
Fabrikdirektor Baurat Rieppel, Nürnberg.
Fried. Krupp, Essen (vertreten durch Direktor Schmitz).
Generaldirektor Kommerzienrat Wacker (Schuckert), Nürnberg.

19. Juli. Zweite Tagung in Göttingen. (Ausbau des Instituts für technische Physik.)
22. August. Beitritt von Siemens & Halske, A.-G. Berlin (vertreten durch Wirklichen Geheimen Oberregierungsrat Dr. Bödiker und seit 1903 Professor Dr. E. Budde).
1. Oktober. Erster Staatszuschuß von 18000 Mark.

1899. 1. April. Zweiter Staatszuschuß von 18000 Mark.
2. Mai. Dritte Tagung in Göttingen.
19. Mai. Beitritt von Kommerzienrat H. Levin, Göttingen.
18. Juli. Beitritt der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft, Berlin (vertreten durch Geheimen Baurat Dr. ing. h. c. Rathenau).
5. Dezember. Vierte Tagung in Göttingen.

1900. 18. April. Beitritt von Kommerzienrat Th. v. Guilleaume, Mülheim a. Rh.
22. April. Wegberufung von Professor Eug. Meyer als ordentlicher Professor nach Charlottenburg.
28. September. Neuberufung von Professor H. Lorenz aus Halle.
17. Dezember. Fünfte Tagung in Göttingen. (Ausdehnung des Interessenbereiches auf die angewandte Mathematik.)

1901. 8. Januar. Tod von Kommerzienrat H. Levin, Göttingen.
1. Februar. Beitritt von Frau Kommerzienrat Levin, Göttingen.
19. April. Beitritt des Norddeutschen Lloyd, Bremen (vertreten durch Generaldirektor Dr. Wiegand und Professor Dr. C. Schilling).
27. Juni. Wegberufung von Professor Des Coudres als außerordentlicher Professor nach Würzburg.
1. August. Sechste Tagung in Göttingen.
1. Oktober. Neuberufung von Professor H. Th. Simon aus Frankfurt a. M.
8. Oktober. Beitritt des Bochumer Vereins (Kommerzienrat Baare), Bochum.
10. Oktober. Siebente Tagung in Bremen und Bremerhafen, als Gast des Norddeutschen Lloyd.

1902. 9. März. Beitritt von Herrn Herm. Levin d. J., Göttingen.

1902. 1. April. Dritter Staatszuschuß mit 42000 Mark.
Schenkung nautischer Instrumente durch den Norddeutschen Lloyd.
Erweiterung des Instituts für technische Physik.
2. August. Achte Tagung in Göttingen.
5. Dezember. Beitritt von Kommerzienrat M. v. GUILLEAUME, Köln a. Rh.

1903. 14.—16. April. Neunte Tagung in Elberfeld, Leverkusen und Mülheim a. Rh., als Gast von Dr. BÖTTINGER und FELTEN & GUILLEAUME.
3. Mai. Schenkung von Apparaten und Präparaten für ein Färbelaboratorium durch die Farbenfabriken BAYER & Co., Elberfeld.
Schenkung eines Telephonkabels durch FELTEN & GUILLEAUME, Carlswerk, Mülheim a. Rh. (Vgl. S. 90.)
Juli. Schenkung eines Satzes von Instrumenten zur Markscheidekunst durch die Firma FRIED. KRUPP, Essen.
August. Schenkung von Stahlmaterial zu Versuchszwecken durch die Firma FRIED. KRUPP, Essen.
22. Oktober. Tod von Kommerzienrat KUHN, Stuttgart.
28. November. Zehnte Tagung in Göttingen.

1904. Januar. Schenkung von Diapositiven und Materialien zur Metallographie durch FRIED. KRUPP, Essen.
25. März. Beitritt der Chemischen Fabrik Griesheim-Elektron, Frankfurt a. M. (vertreten durch Professor LEPSIUS).
1. April. Wegberufung von Professor LORENZ als ordentlicher Professor nach Danzig.
6. und 7. Mai. Elfte Tagung in Essen, als Gast der Firma FRIED. KRUPP, Essen.
Mai. Schenkung von drei beschossenen Panzerplattenstücken, von Geschossen und Proben zur Festigkeitslehre durch die Firma FRIED. KRUPP, Essen.
31. Mai. Beitritt der Lederfabrik Carl Simon Söhne, Kirn a. d. Nahe (vertreten durch Herrn THEODOR SIMON).
Juli. Schenkung von 14 Stahlsorten und einer Gußeisenprobe von verschiedenen magnetischen Eigenschaften durch die Firma FRIED. KRUPP, Essen.
Juli. Schenkung von acht Spiralfedern zu einem Vertikalseismographen durch die Firma FRIED. KRUPP, Essen.
1. Oktober. Berufung von Professor L. PRANDTL aus Hannover als Nachfolger von Professor LORENZ.
Schenkung von 15 großen Photographien hervorragender Eisenkonstruktionen durch Herrn Baurat Dr. RIEPPEL.
Wegberufung von Professor FR. SCHILLING als ordentlicher Professor nach Danzig.
Neuberufung von Professor C. RUNGE aus Hannover.
14. November. Beitritt von Herrn ALFRED ACKERMANN-TEUBNER, Verlagsbuchhändler Leipzig.
1. Dezember. Beitritt des Vereins deutscher Ingenieure (vertreten durch Baurat Dr. ing. h. c. PETERS).
17. Dezember. Zwölfte Tagung in Göttingen.
20. Dezember. Dr. BÖTTINGER in seiner Eigenschaft als Vorsitzender der Göttinger Vereinigung zum Geheimen Regierungsrat ernannt.

1905. 21. Januar. Beitritt von Generaldirektor Dr. ing. h. c. W. v. Öchelhäuser, Dessau.

1. April. Vierter Staatszuschuß (Neubau für angewandte Elektrizität) mit 75000 Mark. Wegberufung von Professor Nernst nach Berlin.
Neuberufung von Professor Dolezalek aus Danzig.

Mai. Schenkung von Eisen- und Stahlmaterialien zu Versuchszwecken durch die Firma Fried. Krupp, Essen.

23.—24. Juni. Dreizehnte Tagung in Berlin, als Gast von Siemens & Halske.
Schenkung einer großen Gitteraufstellung (vgl. S. 41, 42) für das physikalische Institut durch die Firma Fried. Krupp, Essen.

12. Juli. Beitritt von Ludw. Loewe & Co., A.-G., Berlin (vertreten durch Geheimen Kommerzienrat J. Loewe).

9. Dezember. Einweihung des neuen physikalischen Hauptinstitutes und des Neubaues für angewandte Elektrizität. Die Abteilung für angewandte Elektrizität wird als dritte Abteilung des physikalischen Institutes einem selbständigen Direktor unterstellt.

Das Institut für technische Physik wird mit den bisherigen Unterrichtseinrichtungen für angewandte Mathematik in den Räumen des alten physikalischen Institutes, Prinzenstraße 21, zu einem Institute für angewandte Mathematik und Mechanik vereinigt.

Schenkung der Hilfsmittel zur Einrichtung eines Praktikums für Radioaktivität und Elektronik, sowie von Hilfsmitteln für spektroskopische Untersuchungen durch Geheimrat Dr. Böttinger.

10. Dezember. Vierzehnte Tagung in Göttingen.
Beitritt von Geheimrat Nernst, Berlin, als auswärtiges Mitglied.

23. Dezember. Geheimrat Klein von der technischen Hochschule in München zum „Doktor der technischen Wissenschaften ehrenhalber“ ernannt.

1906. Mai. Schenkung von Leder für die Einbände der Festschrift durch die Firma Carl Simon Söhne, Kirn.

3.

Übersicht über die für die Bestrebungen der Vereinigung aufgebrachten und verwendeten Summen.

Finanzielle Gesamtleistung der Vereinigung 1898—1906 . . . . 220 900 Mark.
Finanzielle Gesamtleistung der Staatsregierung (abgesehen von persönlichen und indirekten sachlichen Zuschüssen) . . . . 185 000 Mark.

Summa 405 900 Mark.

Davon sind verwendet:

	Von der Vereinigung Mark	Von der Staatsregierung Mark	Insgesamt Mark
Für das Institut für angewandte Mechanik	rund 120 000	98 000	218 000
Für das Institut für angewandte Elektrizität	rund 70 000	87 000	157 000
Für das Institut für angewandte Mathematik	10 000	—	10 000
Für das Färbetechnische Laboratorium	3 000	—	3 000
Zur Einrichtung eines Praktikums der Radioaktivität und Elektronik am physikalischen Institut (vgl. S. 36) . . .	6 000	—	6 000
Zur Beschaffung von Hilfsmitteln für Spektroskopie am physikalischen Institut (vgl. S. 19)	4 000	—	4 000
Für die Universitätsbibliothek zur Vervollständigung der technischen Literatur	7 150	—	7 150
Für Verwaltung usw.	750	—	750
	220 900	185 000	405 900

4.

Mitgliederliste der Vereinigung. 1906.

Erster Vorsitzender: Eingetreten

Böttinger, Geheimer Regierungsrat, Dr. phil. h. c., M. d. A., Elberfeld 1898

Zweiter Vorsitzender:

Klein, Geheimer Regierungsrat, Professor Dr., Dr. ing. h. c., Göttingen 1898

Vertreter der Industrie:

Ackermann-Teubner, Alfred, Hofrat, Verlagsbuchhändler, Leipzig 1904
Baare, Kommerzienrat (Vertreter des Bochumer Vereins), Bochum 1901
Bödiker, Wirklicher Geheimer Regierungsrat Dr. h. c. (Vertreter von Siemens & Halske), Berlin 1898

	Eingetreten
Böttinger, Geheimer Regierungsrat, Dr. phil. h. c., M. d. A., Elberfeld	1898
Budde, Professor Dr. (Vertreter von Siemens & Halske), Berlin	1903
Ehrensberger, Direktor (Vertreter von Fried. Krupp), Essen	1898
v. Guilleaume, Th., Kommerzienrat, Köln a. Rh.	1900
v. Guilleaume, M., Kommerzienrat, Köln a. Rh.	1902
Lepsius, Professor Dr. (Vertreter der Chemischen Fabrik Griesheim-Elektron), Griesheim a. M.	1904
Levin, Frau Kommerzienrat, Göttingen	1901
Levin, Hermann, Göttingen	1902
v. Linde, Professor Dr. phil. h. c., München	1898
Loewe, Geheimer Kommerzienrat (Vertreter von Ludwig Loewe & Co., A.-G.), Berlin	1905
v. Öchelhäuser, W., Dr. ing. h. c., Generaldirektor, Dessau	1905
Peters, Geheimer Baurat, Dr. ing. h. c. (Vertreter des Vereins deutscher Ingenieure), Berlin	1904
Rathenau, Geheimer Baurat, Dr. ing. h. c. (Vertreter der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft), Berlin	1899
Rieppel, Baurat, Dr. ing. h. c., Dr. phil. h. c., Nürnberg	1898
Schilling, C., Professor Dr. (Vertreter des Norddeutschen Lloyd), Bremen	1900
Simon, Theodor (Vertreter der Lederfabrik Carl Simon Söhne), Kirn a. d. Nahe	1904
Wacker, Kommerzienrat, Nürnberg	1898
Wiegand, Generaldirektor Dr. (Vertreter des Norddeutschen Lloyd), Bremen	1900

Vertreter der Universität Göttingen:

Höpfner, Geheimer Oberregierungsrat Dr., Kurator der Universität	1898
Ambronn, Professor Dr.	1905
Brendel, Professor Dr.	1905
Dolezalek, Professor Dr.	1905
Fleischmann, Professor Dr., Geheimer Regierungsrat	1904
Hilbert, Professor Dr., Geheimer Regierungsrat	1903
Klein, Professor Dr., Dr. ing. h. c., Geheimer Regierungsrat	1898
Lexis, Professor Dr., Geheimer Regierungsrat	1898
Minkowski, Professor Dr.	1903
Prandtl, Professor Dr.	1904
Riecke, Professor Dr., Geheimer Regierungsrat	1898
Runge, Professor Dr.	1904
Schwarzschild, Professor Dr.	1903
v. Seelhorst, Professor Dr.	1904
Simon, Professor Dr.	1901
Tammann, Professor Dr.	1903
Voigt, Professor Dr., Geheimer Regierungsrat	1898
Wagner, Professor Dr., Geheimer Regierungsrat	1901
Wallach, Professor Dr., Geheimer Regierungsrat	1898
Wiechert, Professor Dr.	1899

Auswärtige Mitglieder:

Nernst, Professor Dr, Geheimer Regierungsrat, Berlin	1898

Durch Wegberufung ausgeschiedene Mitglieder:

	Ausgeschieden
Des Coudres, Th., Professor Dr., Leipzig	1901
Meyer, Eug., Professor Dr. phil. h. c., Charlottenburg	1900
Mollier, Professor Dr., Dresden	1898
Schilling, Fr., Professor Dr., Danzig	1904

Durch Tod ausgeschieden:

Kuhn, Kommerzienrat, Stuttgart	1903
Levin, Kommerzienrat, Göttingen	1900
Schmitz, Direktor (Vertreter von Fried. Krupp), Essen	1900



